

Etude géohistorique de l'évolution du paysage dans une région de montagne
touristique : le cas de la commune de Bagnes (Valais).

Jonathan Emery

Sous la direction du Prof. Emmanuel Reynard



Photo de couverture :

Le bisse du Levron dans l'alpage de La Chaux.

Le vallon de La Chaux au troisième plan

Photo : J. Emery

Remerciements

L'élaboration de ce travail n'aurait pas été possible sans le soutien et l'aide de personnes à qui je tiens à exprimer toute ma reconnaissance, en particulier :

- à mon directeur de mémoire, le professeur Emmanuel Reynard, pour m'avoir, dans un premier temps, transmis la passion de la géographie et de la géomorphologie, puis, proposé le sujet d'étude, et finalement, suivi et conseillé pendant toute l'élaboration du travail ;

- à Bertrand Deslarzes, chef de service de la culture, commune de Bagnes, pour avoir expertisé ce travail ;

- à la commune de Bagnes et, en particulier, à Tristan Larpin pour avoir été à ma disposition pour répondre à mes questions ;

- aux randonneurs habitant la région qui ont toujours répondu à mes questions avec enthousiasme et gentillesse ;

- à mes collègues de master pour ces belles années d'études, en particulier à Léa Farron, Jessica Mühlematter et Simon Berthoud ;

- à mes parents et à ma sœur Clarissa pour leur soutien, leurs encouragements et leur sollicitude quant à « l'état de santé » de ce mémoire et de son auteur ;

- à toute ma famille, mes cousins, cousines, oncles et tantes pour s'être montrés très présents et à l'écoute, à ma tante Catherine et mon oncle Marc pour avoir relu ce mémoire en un temps record ;

- à tous mes proches qui m'ont soutenu tout au long de ce travail, encouragé et redonné confiance en moi, en particulier : Maxence Bender, Alex Vogt, Fabien Fivaz, Sophie Roth, Alexa Casteras, Aline Oulevay, Erwin Bertschi, Telmo Santiago, Giovanni Convertini, Laura Cirlig, Rayan Gregoir, Loan Grasso, Kevin Vallotton, Loïc Robert, Audrey Jacquier, Carina Rodrigues, Loïc Tapia, Jules Reymond, Coralie Muschietti, Emma-Léa Frontier, Cristi Nicolaescu et Yasmina Cart. Merci à Danny Parchao, Egzon Rexhepi et Sara Soto pour leur soutien pendant les nombreuses heures passées à la bibliothèque durant la rédaction du mémoire. Merci à Aline Antakli pour son soutien, pour m'avoir bien « boosté » à la fin de l'élaboration de ce travail et pour sa relecture de toute dernière minute.

Résumé

Le paysage en montagne est en perpétuelle mutation ; il est modelé par de nombreux processus naturels et anthropiques. Dans le Val de Bagnes, les changements ont été très importants depuis le début du XX^e siècle. Le paysage a été modelé par les phénomènes naturels et par les différentes mutations socio-économiques de la région, telles que les changements dans l'économie agricole, le développement dans les secteurs hydroélectrique et du tourisme.

Ce travail de mémoire vise à étudier les transformations du paysage au cours des 130 dernières années dans plusieurs secteurs de la commune de Bagnes (Valais). Nous avons analysé quatre problématiques liées aux régions touristiques de montagne : la déprise agricole, le développement urbain, l'aménagement d'un domaine skiable et les problématiques propres à la haute montagne. En adoptant une approche géohistorique, nous avons étudié dans le détail six secteurs clés et réalisé des cartes synchroniques et diachroniques ainsi que diverses analyses statistiques pour mettre en avant les mutations paysagères que nous avons ensuite expliquées et documentées en nous appuyant sur diverses sources.

Les transformations du paysage ont été très importantes au cours des 130 dernières années. Cependant, ce travail a mis en évidence le fait que malgré la relative proximité des secteurs étudiés, leurs trajectoires d'évolution paysagère ont été très différentes. Ces différentes trajectoires ont été révélées par un découpage temporel propre à chaque secteur, montrant qu'il existe non seulement une variabilité spatiale entre les secteurs, mais également une variabilité temporelle. C'est ainsi que, soumis à un même contexte, les secteurs apportent chacun leur propre réponse aux différentes problématiques. Nous avons établi des comparaisons entre les secteurs en fonction de ces différentes réponses.

Mots clés : évolution du paysage, tourisme, géohistoire, déprise agricole, développement urbain, domaine skiable, haute montagne, géomorphologie, val de Bagnes

Table des matières

1. Introduction et objectif	19
1.1. Introduction	19
1.2. Le concept du paysage	20
1.3. Question de recherche et problématique	22
1.3.1. La déprise agricole	22
1.3.2. L'urbanisation.....	23
1.3.3. L'aménagement d'un domaine skiable	24
1.3.4. Le domaine périglaciaire et glaciaire	25
1.3.5. Question de recherche.....	26
2. Méthodologie.....	28
2.1. L'approche géohistorique	28
2.2. L'approche géohistorique dans cette étude	30
2.3. Liste des documents utilisés	30
2.3.1. Cartes officielles de la Confédération	30
2.3.2. SwissALTI3D estompage du relief	33
2.3.3. Les cartes statistiques de la superficie.....	34
2.3.4. La carte des classes de pente de plus de 30 degrés.....	34
2.3.5. Les images aériennes swisstopo	35
2.3.6. Autres sources.....	37
2.4. Démarche méthodologique	37
3. Le terrain d'étude.....	43
3.1. Le terrain d'étude et le contexte géographique	43
3.2. Les secteurs.....	44
3.2.1. Fionnay.....	45
3.2.2. Le Mont-Fort	45
3.2.3. La Chaux	46
3.2.4. Sarreyer	47
3.2.5. Versegères, Prarreyer et Champsec.....	47
3.2.6. Verbier.....	47
3.3. Le cadre temporel	48
4. Le Val de Bagnes.....	51
4.1. Géographie physique	51
4.1.1. Le cadre géologique	51
4.1.2. Le cadre climatique	54
4.1.3. Le cadre géomorphologique	59

4.2. La géographie humaine.....	60
4.3. Les changements territoriaux récents	61
4.3.1. L'histoire récente	61
4.3.2. Les enjeux actuels	64
5. Analyse cartographique	68
5.1. Fionnay.....	68
5.1.1. Tendances	68
5.1.2. Sources et données utilisées.....	68
5.1.3. Le paysage en 1880.....	69
5.1.4. Les changements paysagers.....	70
5.1.5. Synthèse.....	83
5.2. Le Mont-Fort	91
5.2.1. Tendances	91
5.2.2. Sources et données utilisées.....	91
5.2.3. Le paysage en 1878.....	92
5.2.4. Les changements paysagers.....	94
5.2.5. Synthèse	104
5.3. La Chaux	110
5.3.1. Tendances	110
5.3.2. Sources et données utilisées.....	110
5.3.3. Le paysage en 1878.....	111
5.3.4. Les changements paysagers.....	113
5.3.5. Synthèse.....	124
5.4. Sarreyer.....	132
5.4.1. Tendances	132
5.4.2. Sources et données utilisées.....	132
5.4.3. Le paysage en 1906.....	133
5.4.4. Les changements paysagers.....	136
5.4.5. Synthèse	143
5.5. Prarreyer, Versegères et Champsec.....	150
5.5.1. Tendances	150
5.5.2. Sources et données utilisées.....	150
5.5.3. Le paysage en 1906.....	150
5.5.4. Les changements paysagers.....	152
5.5.5. Synthèse.....	161
5.6. Verbier.....	168

5.6.1. Tendances	168
5.6.2. Sources et données utilisées.....	168
5.6.3. Le paysage en 1906	169
5.6.4. Les changements paysagers.....	170
5.6.5. Synthèse	184
6. Conclusion	191
6.1. Synthèse.....	191
6.1.1. L'exode rural et le tourisme (1880 – 1914).....	191
6.1.2. Les Guerres mondiales (1914- 1945)	192
6.1.3. Les grands changements (1945 – 1968).....	194
6.1.4. Le développement touristique et urbain (1968 – 2010).....	195
6.1.5. Quelles tendances pour l'avenir ?.....	196
6.2. Retour sur les objectifs	197
6.3. Limites du travail.....	198
6.4. Apport et perspective	200
7. Bibliographie	202
8. Annexes.....	212

Liste des figures et des tableaux

Figures

<i>Figure 1: SwissALTI3D estompage du relief à Sarreyer. Source : Office fédéral de topographie</i>	34
<i>Figure 2: Carte statistique de la superficie à Sarreyer. Source : Office fédéral de topographie</i>	34
<i>Figure 3: Carte des classes de pente de plus de 30 degré à Sarreyer. Source : Office fédéral de topographie</i>	35
<i>Figure 4: Comparaison entre une carte Siegfried de 1935 et nationale de 1967. Source : Office fédéral de topographie, modifié par J. Emery</i>	39
<i>Figure 5: Relation entre les données et les outputs (résultats)</i>	41
<i>Figure 6: Le Val de Bagnes et le terrain d'étude</i>	44
<i>Figure 7: Le terrain d'étude et les secteurs clés</i>	45
<i>Figure 8: Frise chronologique</i>	49
<i>Figure 9: Les domaines affleurant au Val de Bagnes. Le périmètre du secteur d'étude est délimité en jaune. Fond de carte : Carte tectonique de la Suisse au 1 :500000. Source : Office fédéral de topographie, modifié par J. Emery</i>	54
<i>Figure 10: Cartes des moyennes des température et de la somme des précipitations en Suisse de 1961 à 1990. Source : MétéoSuisse</i>	55
<i>Figure 11: Température mesurée en Suisse et dans l'hémisphère Nord. Source : Rebetz et Reinhard, 2008</i>	59
<i>Figure 12: Evolution démographique au Val de Bagnes, population par localité</i>	62
<i>Figure 13: Fontanay, le 3 janvier 2017. Source : Site officiel de l'office du tourisme de Verbier/Val de Bagnes, (consulté le 03.01.2017)</i>	64
<i>Figure 14: Evolution de la moyenne quinquennale des journées-skieurs (en mio.) en Suisse. Source : Vanat, 2016</i>	65
<i>Figure 15: Frise chronologique du secteur de Fionnay</i>	68
<i>Figure 16: Occupation du sol à Fionnay en 1880</i>	69
<i>Figure 17: Evolution des espaces bâtis à Fionnay de 1880 à 1922</i>	72
<i>Figure 18: Evolution des aires boisées à Fionnay de 1880 à 1922</i>	72
<i>Figure 19: Evolution des surfaces herbeuses à Fionnay de 1922 à 1935</i>	74
<i>Figure 20: Evolution des aires boisées à Fionnay de 1935 à 1967</i>	75
<i>Figure 21: Evolution des aires hydrologiques à Fionnay de 1935 à 1967</i>	76
<i>Figure 22: Les lacs de Fionnay</i>	77
<i>Figure 23: Aires boisées apparues à Fionnay entre 1935 et 1967 en fonction de la pente et de l'altitude</i>	78
<i>Figure 24: Evolution des espaces bâtis à Fionnay de 1935 à 1967</i>	79
<i>Figure 25: Evolution des aires d'éboulis à Fionnay de 1935 à 1967</i>	80
<i>Figure 26: Images aériennes N° 19350340060791 du 6 juillet 1935 et N°19619991439622 du 18 août 1961. Disponibles sur map.geo.admin.ch (consulté le 05.06.18). Source : Office fédéral de topographie</i>	80

<i>Figure 27: Localisation des éboulis à Fionnay au cours du temps</i>	81
<i>Figure 28: Reboisement à Fionnay de 1967 à 2010</i>	82
<i>Figure 29: Occupation du sol à Fionnay en 2010</i>	84
<i>Figure 30: Reboisement à Fionnay de 1880 à 2010 pour les aires de forêts denses</i>	86
<i>Figure 31: Le reboisement à Fionnay de 1880 à 2010 pour les aires de forêts clairsemées</i>	87
<i>Figure 32: Reboisement à Fionnay de 1880 à 2010 en distinguant les anciens alpages ou pâturages et anciennes surfaces herbeuses improductives</i>	88
<i>Figure 33: Village de Fionnay et ses deux bassins de compensation. Photo : J.Emery</i>	89
<i>Figure 34A: Village de Fionnay. Figure 34B: Le Mayen du Revers. Photos : J.Emery</i>	89
<i>Figure 35A: Bec de Corbassière. Figure 35B: Versant au nord de Fionnay et digues de protection (A). Photos : J.Emery</i>	90
<i>Figure 36: Frise chronologique du secteur du Mont-Fort</i>	91
<i>Figure 37: Occupation du sol dans le secteur du Mont-Fort en 1878</i>	92
<i>Figure 38: Glaciers des Louettes-Econdoues et de Tortin ne formant qu'un système: le glacier du Mont-Fort. Source : Office fédéral de topographie, modifié par J. Emery</i>	93
<i>Figure 39: Température moyenne en Suisse de 1864 à 2016. Source : météosuisse, 2018</i>	94
<i>Figure 40: Evolution des aires de glaciers dans le secteur du Mont-Fort de 1878 à 1935</i>	95
<i>Figure 41: Variation de la longueur du glacier de Tortin en fonction des températures annuelles moyennes mesurées au Col du Grand St-Bernard. Sources: météosuisse, 2018 ; Rapport glaciologique, 2017</i>	96
<i>Figure 42: Occupation du sol dans le secteur du Mont-Fort en 1935</i>	97
<i>Figure 43: Moraine frontale et latérale du glacier de Tortin. Source : Google Earth, modifié par J. Emery</i>	97
<i>Figure 44: Evolution des aires de glaciers dans le secteur du Mont-Fort de 1935 à 1988</i>	99
<i>Figure 45: Evolution des surfaces aplanies dans le secteur du Mont-Fort de 1935 à 1988</i>	100
<i>Figure 46: Evolution des aires de glaciers dans le secteur du Mont-Fort de 1988 à 2010</i>	101
<i>Figure 47: Evolution des surfaces aplanies dans le secteur du Mont-Fort de 1988 à 2010 en relation avec l'évolution du glacier</i>	103
<i>Figure 48: Travaux de terrassement de la moraine pour accéder du glacier à la station des Gentianes. Photo: J.Emery</i>	103
<i>Figure 49: Evolution de l'occupation du sol au Mont-Fort de 1878 à 2010</i>	104
<i>Figure 50: Evolution du glacier de Tortin depuis la fin du Petit Age Glaciaire en relation avec les variations de pente</i>	105
<i>Figure 51: Occupation du sol dans le secteur du Mont-Fort en 2010</i>	106
<i>Figure 52: Evolution des surfaces de moraine de fond dans le secteur du Mont-Fort de 1878 à 2010</i>	107
<i>Figure 53A: Marge proglaciaire avec un lac en sédimentation et de la végétation pionnière. Figure 53B: Glacier de Tortin. Photos: J. Emery</i>	108
<i>Figure 54A: Terrassement sur le parcours du téléski ouest. Figure 54B: La station depuis Tortin sur la moraine de poussée. Photos : J. Emery</i>	108

<i>Figure 55: La géomorphologie du secteur du Mont-Fort en 2010. Source : Office fédéral de topographie</i>	109
<i>Figure 56: Frise chronologique de La Chaux</i>	110
<i>Figure 57: Occupation du sol à La Chaux en 1878</i>	112
<i>Figure 58: Glacier rocheux de La Chaux (en rouge). Photo: J. Emery</i>	112
<i>Figure 59: Evolution des aires de glaciers à La Chaux de 1878 à 1906</i>	114
<i>Figure 60: Evolution des aires d'alpages ou de pâturages à La Chaux de 1878 à 1906</i>	115
<i>Figure 61: Evolution des surfaces de moraine de fond à La Chaux de 1906 à 1958</i>	116
<i>Figure 62: Evolution des espaces bâtis à La Chaux de 1906 à 1958</i>	117
<i>Figure 63: Evolution des surfaces herbeuses improductives à La Chaux de 1906 à 1958</i>	118
<i>Figure 64: Cabane du Mont-Fort entre 1925 et 1929. Source: 10713 Edition Art. Perrochet-Matile, Lausanne</i>	118
<i>Figure 65: Evolution des aires de glaciers à La Chaux de 1958 à 1988</i>	120
<i>Figure 66: Evolution des espaces bâtis à La Chaux de 1958 à 1988</i>	121
<i>Figure 67: Occupation du sol à La Chaux en 1988</i>	122
<i>Figure 68: Evolution des aires de glacier à La Chaux de 1988 à 2010</i>	123
<i>Figure 69: Evolution des surfaces de moraine de fond à La Chaux de 1988 à 2010</i>	124
<i>Figure 70: Evolution de l'occupation du sol à La Chaux de 1878 à 2010</i>	124
<i>Figure 71: Evolution des aires d'éboulis à La Chaux de 1878 à 2010.</i>	126
<i>Figure 72: Evolution des aires d'alpages ou de pâturages à La Chaux de 1878 à 2010</i>	127
<i>Figure 73: Evolution du glacier de La Chaux depuis la fin du Petit Age Glaciaire</i>	128
<i>Figure 74A: Alpage et domaine skiable qui cohabitent. Figure 74B: Piste aplanie. Photos: J.Emery</i>	129
<i>Figure 75A: Glacier de La Chaux, son lac proglaciaire et la route sinueuse. Figure 75B: Bisse du Levron et télésièges. Photos: J. Emery</i>	129
<i>Figure 76A: Marais (A), remontée mécanique (B) et cabane du Mont-Fort (C). Figure 76B: Le Mont-Gelé au troisième plan. Photos: J. Emery</i>	129
<i>Figure 77 : Départ de la télécabine pour le Col des Gentianes(A) et glacier rocheux de La Chaux (B). Photo : J.Emery</i>	130
<i>Figure 78: La géomorphologie du secteur de La Chaux en 2010. Source : Office fédéral de topographie</i>	131
<i>Figure 79: Frise chronologique du secteur de Sarreyer</i>	132
<i>Figure 80: Occupation du sol sur le versant de Sarreyer en 1906</i>	134
<i>Figure 81: Profil en long du versant de Sarreyer. Source : Office fédéral de topographie, modifié par J. Emery</i>	135
<i>Figure 82: Evolution des aires de forêts denses sur le versant de Sarreyer de 1906 à 1964</i>	137
<i>Figure 83: Evolution des aires de champs sur le versant de Sarreyer de 1906 à 1964</i>	137
<i>Figure 84: Occupation du sol sur le versant de Sarreyer en 1964</i>	138
<i>Figure 85: Evolution des aires boisées sur le versant de Sarreyer de 1964 et 1983</i>	140
<i>Figure 86: Evolution des aires de forêts clairsemées sur le versant de Sarreyer de 1983 à 2010</i>	142

<i>Figure 87: Occupation du sol sur le versant de Sarreyer en 2010</i>	143
<i>Figure 88: Evolution de l'occupation du sol à Sarreyer de 1906 à 2010 (en hectares)</i>	144
<i>Figure 89: Image aérienne de 1935 et orthophoto de 2015. Disponible sur map.geo.admin.ch (consulté le 05.06.18). Source : Office fédéral de topographie.</i>	146
<i>Figure 90: Répartition des surfaces agricoles sur le versant de Sarreyer en 1906 en fonction de la pente</i>	146
<i>Figure 91: Répartition des surfaces agricoles sur le versant de Sarreyer en 2010 en fonction de la pente</i>	147
<i>Figure 92: Evolution des surfaces construites sur le versant de Sarreyer de 1906 à 2010 en relation avec le danger de chute de blocs</i>	148
<i>Figure 93A : Développement de résidences à l'ouest du village. Figure 93B: Le centre du village. Photos: J.Emery</i>	149
<i>Figure 94A: Partie amont du versant de Sarreyer. Figure 94B: Partie aval du versant reboisé. Photos: J.Emery</i>	149
<i>Figure 95: Frise chronologique du secteur de Prarreyer, Versegères et Champsec</i>	150
<i>Figure 96: Occupation du sol à Prarreyer, Versegères et Champsec en 1906</i>	151
<i>Figure 97: Evolution des aires de forêts clairsemées à Prarreyer, Versegères et Champsec de 1906 à 1964</i>	153
<i>Figure 98: Evolution des aires de champs à Prarreyer, Versegères et Champsec de 1906 à 1964</i>	153
<i>Figure 99: Le développement des espaces bâtis à Prarreyer, Versegères et Champsec de 1964 à 1974</i>	155
<i>Figure 100: Evolution des aires de forêts clairsemées à Prarreyer, Versegères et Champsec de 1964 à 1974</i>	156
<i>Figure 101: Occupation du sol à Prarreyer, Versegères et Champsec en 1974</i>	157
<i>Figure 102: Images aériennes N° 19599991151335 du 3 juillet 1959 et N°19829990033300 du 12 août 1982. Disponibles sur map.geo.admin.ch (consulté le 05.06.18). Source : Office fédéral de topographie</i>	158
<i>Figure 103: Evolution des aires de champs à Prarreyer, Versegères et Champsec de 1974 à 2010</i>	160
<i>Figure 104: Occupation du sol à Prarreyer, Versegères et Champsec en 2010</i>	160
<i>Figure 105: Evolution des aires de champs à Prarreyer, Versegères et Champsec de 1906 à 2010</i>	162
<i>Figure 106: Le reboisement en fonction de la pente à Prarreyer, Versegères et Champsec de 1906 à 2010</i>	163
<i>Figure 107: Evolution des aires de vergers à Prarreyer, Versegères et Champsec de 1906 à 2010</i>	164
<i>Figure 108: Evolution démographique et des surfaces bâties à Prarreyer, Versegères et Champsec de 1900 à 2016</i>	165
<i>Figure 109: Développement des espaces bâtis à Prarreyer, Versegères et Champsec de 1906 à 2010</i>	166
<i>Figure 110 : Cône de déjection segmenté par une bande boisée. Photo : J.Emery</i>	167
<i>Figure 111A: Village de Prarreyer. Figure 111B: Chalets modernes dans le village de Versegères. Photos : J.Emery</i>	167
<i>Figure 112A: Jardin privé et arbres fruitiers. Figure 112B: Dranse de Bagnes. Photos : J. Emery</i>	167
<i>Figure 113: Frise chronologique retraçant le développement de Verbier</i>	168

<i>Figure 114: Occupation du sol à Verbier en 1906</i>	169
<i>Figure 115: Evolution des aires boisées à Verbier de 1906 à 1928</i>	171
<i>Figure 116: Evolution des aires d'alpages ou de pâturages à Verbier de 1928 à 1955</i>	172
<i>Figure 117: Evolution des espaces bâti à Verbier de 1928 à 1955</i>	173
<i>Figure 118: Evolution détaillée des alpages et pâturages de Verbier mettant en évidence le développement de la station entre 1955 et 1974</i>	175
<i>Figure 119: Evolution de toutes les surfaces herbeuses improductives à Verbier de 1955 à 1974. La distinction est faite entre les surfaces naturelles et les surfaces aménagées</i>	176
<i>Figure 120: Evolution des aires boisées à Verbier de 1955 à 1974. La distinction est faite entre les surfaces naturelles et les surfaces aménagées</i>	177
<i>Figure 121: Occupation du sol à Verbier en 1974</i>	178
<i>Figure 122: Evolution détaillée des alpages à Verbier de 1974 à 1995</i>	179
<i>Figure 123: Aménagement des espaces bâtis à Verbier en fonction des dangers naturels en 1995</i>	180
<i>Figure 124: Evolution des surfaces herbeuses improductives à Verbier de 1974 à 1995</i>	181
<i>Figure 125: Evolution des espaces bâtis à Verbier de 1995 à 2010</i>	182
<i>Figure 126: Aménagement des espaces bâtis à Verbier de 1995 à 2010 en fonction des dangers naturels</i>	183
<i>Figure 127: Evolution des surfaces herbeuses improductives à Verbier de 1995 à 2010</i>	184
<i>Figure 128: Evolution de l'occupation du sol à Verbier de 1906 à 2010</i>	185
<i>Figure 129: Evolution détaillée des alpages et pâturages de Verbier mettant en évidence tous les changements caractérisant la période de 1906 à 1955</i>	186
<i>Figure 130: Evolution détaillée des alpages et pâturages de Verbier mettant en évidence tous les changements caractérisant la période de 1955 à 1995</i>	187
<i>Figure 131: Occupation du sol à Verbier en 2010</i>	188
<i>Figure 132A: La station de Verbier (Photo: J. Emery). Figure 132B: Chapelle de Verbier-Village (Site officiel de l'office du tourisme de Verbier/Val de Bagnes (consulté le 05.06.2018)</i>	189
<i>Figure 133A: Versant au nord-ouest de Verbier et ses alpages. Figure 133B: Versant au nord-est de Verbier, forêt protectrice et terrains de golf. Photos: J. Emery</i>	189
<i>Figure 134: Exemple d'une carte Siegfried après avoir été déformée par le type de transformation "Thin plates spline" dans le secteur de Verbier. Les points labélisés correspondent à des informations historiques géoréférencées. Source : Office fédéral de topographie</i>	199

Tableaux

<i>Tableau 1: Cartes topographiques à Sarreyer. Source : Office fédéral de topographie</i>	31
<i>Tableau 2: Les classes d'occupation du sol pour chaque secteur</i>	39
<i>Tableau 3: Moyennes des précipitations annuelles</i>	56
<i>Tableau 4: Gradient des précipitations</i>	56
<i>Tableau 5: Températures moyennes annuelles mesurées et estimées</i>	57

<i>Tableau 6: Evolution démographique au Val de Bagnes, population par localité</i>	62
<i>Tableau 7: Matrice de transition 1880 - 1922</i>	70
<i>Tableau 8: Matrice de transition de 1922 à 1935</i>	73
<i>Tableau 9: Matrice de transition de 1935 à 1967</i>	75
<i>Tableau 10: Matrice de transition 1967 - 2010</i>	82
<i>Tableau 11: Matrice de transition 1880 – 2010</i>	83
<i>Tableau 12: Evolution des aires d'occupation du sol des forêts denses et forêts clairsemées</i>	85
<i>Tableau 13: Matrice de transition de 1878 à 1935</i>	95
<i>Tableau 14: Matrice de transition de 1935 à 1988</i>	98
<i>Tableau 15: Matrice de transition de 1988 à 2010</i>	101
<i>Tableau 16: Matrice de transition de 1878 à 2010</i>	104
<i>Tableau 17: Matrice de transition 1878 - 1906</i>	114
<i>Tableau 18: Matrice de transition de 1906 à 1958</i>	116
<i>Tableau 19: Matrice de transition de 1958 à 1988</i>	119
<i>Tableau 20: Matrice de transition de 1988 à 2010</i>	122
<i>Tableau 21: Matrice de transition de 1878 à 2010</i>	125
<i>Tableau 22: Matrice de transition de 1906 à 1964</i>	136
<i>Tableau 23 Matrice de transition de 1964 à 1983</i>	139
<i>Tableau 24: Matrice de transition de 1983 à 2010</i>	141
<i>Tableau 25: Matrice de transition de 1906 à 2010</i>	144
<i>Tableau 26: Evolution de l'occupation des surfaces agricoles dans différentes classes de pente (en hectares)</i>	144
<i>Tableau 27: Evolution de l'occupation des surfaces agricoles dans différentes classes de pente (en proportion)</i>	144
<i>Tableau 28: Matrice de transition de 1906 à 1964</i>	152
<i>Tableau 29: Matrice de transition de 1964 à 1974</i>	155
<i>Tableau 30: Matrice de transition de 1974 à 2010</i>	159
<i>Tableau 31: Matrice de transition de 1906 à 2010</i>	161
<i>Tableau 32: Matrice de transition de 1906 à 1928</i>	170
<i>Tableau 33: Matrice de transition de 1928 à 1955</i>	172
<i>Tableau 34: Matrice de transition de 1955 à 1974</i>	175
<i>Tableau 35 : Matrice de transition de 1974 à 1995</i>	179
<i>Tableau 36 : Développement des surfaces d'habitats de 1974 à 1995 en fonction des dangers naturels. Surfaces en ha.</i>	180
<i>Tableau 37: Matrice de transition de 1995 à 2010</i>	182
<i>Tableau 38: Développement des surfaces d'habitats de 1995 à 2010 en fonction des dangers naturels. Surfaces en ha.</i>	184
<i>Tableau 39: Matrice de transition de 1906 à 2010</i>	185

Chapitre 1 : Introduction et objectif

1. Introduction et objectif

1.1. Introduction

Située en Valais, la commune de Bagnes est la troisième plus grande commune de Suisse. Pionnier dans le secteur du tourisme et de l'hydroélectricité en Suisse, le domaine skiable de Verbier ainsi que l'imposant barrage voûte de Mauvoisin font aujourd'hui sa réputation (Bagnes, 1976). Aujourd'hui s'y tiennent de nombreux événements, tels que le festival de Musique classique le "Verbier Festival" ou la Patrouille des Glaciers (Verbier, 2017). Son fromage, les villages traditionnels, la vache d'Hérens, les alpages, les mayens, les forêts, les bisses, les glaciers font depuis très longtemps partie de l'image de Bagnes, se mêlant ainsi au barrage, au lac artificiel ou aux remontées mécaniques.

Le Val de Bagnes a essentiellement vécu de l'agriculture jusqu'à la fin de la Première guerre mondiale (Bagnes, 1976). Aujourd'hui, le tourisme est le secteur économique le plus important suivi du secteur industriel (Office cantonal de statistique et de péréquation, 2014). Depuis le début du XX^e siècle, les changements socio-économiques ont été très importants. Que ce soit avec l'hydroélectricité, le développement rapide du domaine skiable de Verbier et de son village, le remaniement parcellaire, la fusion des alpages, l'aménagement de nouvelles routes, le passage de 150 km² de la commune en Zone Protégée du Haut Val de Bagnes à la fin des années 1960 ou l'introduction de la loi sur les forêts, le Val de Bagnes a connu de nombreux changements qui ont tous marqué le paysage (Bagnes, 1997). Si la commune de Bagnes a pu se développer de la sorte, elle le doit avant tout à la beauté de ses paysages et à un climat favorable, ce qui a très vite été mis en valeur dans les récits. En 1889, la Gazette du Valais fait des éloges au Val de Bagnes: "*La Vallée de Bagnes est peu reconnue des touristes et pourtant l'une des plus belles du Valais: elle a la physionomie plus douce, plus calme avec ses gracieux villages, avec ses prairies si vertes, si luxuriantes, avec ses arbres fruitiers qui ombragent la route*" (Bagnes, 1997).

Ainsi, le paysage reste le produit touristique principal car il est la raison principale de la venue des touristes. Les hôtels, le domaine skiable et les sentiers de randonnée ne constituent que les produits dérivés de la ressource « paysage » (Programme National de Recherche 48, 2007b).

Le paysage, une ressource en perpétuel changement, doit impérativement être préservé. Bien que les produits dérivés tels que les remontées mécaniques, routes et hôtels permettent aux touristes d'accéder au produit principal, ceux-ci l'altèrent (Convention alpine, 2013). Le paysage d'aujourd'hui constitue également un héritage, il est, en effet, le résultat de tous les changements naturels mais également socio-économiques ayant eu lieu.

1.2. Le concept du paysage

Mais qu'entend-t-on par paysage ? Il n'existe pas de définition bien précise, le concept ayant plusieurs composantes.

Parmi les nombreuses définitions existantes, nous allons retenir celle, complète, de la Convention européenne du paysage (Convention européenne du paysage, 2000) : « Le paysage désigne une partie de territoire telle que perçue par les populations dont le caractère résulte de l'action de facteurs naturels et/ou humains et de leurs interrelations. »

Ainsi, trois dimensions interagissant entre elles sont relevées (Baud, 2010) :

- 1) La **dimension matérielle**, où l'on parle du paysage en tant qu'objet. Il s'agit de tous les éléments qui composent le milieu naturel en dehors de toute perception et interprétation. Elle permet d'envisager le paysage de manière objective, dans sa réalité.
- 2) La **dimension subjective**, qui relève des représentations que se font les individus culturellement et socialement construits du paysage. Cette dimension ne peut exister sans l'observateur contrairement à la dimension matérielle. Il s'agit du paysage perçu et vécu par toutes les personnes impliquées dans le paysage et qui va définir les différents usages que ceux-ci vont faire du paysage.
- 3) La **dimension des usages** est issue des interventions des acteurs vivant dans le paysage. Elle dérive de la dimension subjective et contribue à l'évolution du paysage avec des règles définies dans les lois et des cadastres. Comme nous le verrons plus tard, dans une approche géohistorique, l'analyse de ces cadastres est précieuse pour comprendre les usages que les anciennes sociétés ont pu faire du paysage (Baud, 2010).

Afin de décrire les différentes représentations mentales que les acteurs se font du paysage, le Programme National de Recherche 48 (2007b) a attribué six dimensions au paysage : la dimension corporelle/sensorielle qui renvoie à la manière dont on perçoit le paysage par nos cinq sens ; la dimension esthétique qui renvoie à la manière dont on qualifie la beauté d'un paysage ; la dimension de l'identification qui renvoie aux émotions et sentiments d'appartenance qu'éprouve une personne pour un paysage ; la dimension politique qui renvoie aux attentes et exigences divergentes des acteurs liés à un paysage ; la dimension économique qui renvoie aux valeurs économiques et non monétaires attribuées à un paysage ; enfin, la dimension écologique qui renvoie aux problématiques écologiques et à leurs impacts sur le paysage.

Ainsi chaque personne a une perception différente du paysage. C'est la raison pour laquelle il existe de nombreux débats et conflits au niveau de sa gestion. Etant un bien collectif, chaque personne aura une vision propre d'un paysage idéal. Les enjeux sont divergents entre les groupes d'acteurs. C'est pourquoi il est important de consulter tous les acteurs concernés par une décision politique ayant une incidence sur le paysage. Cela explique pourquoi en Suisse, les prises de décision sont longues et qu'il n'y a pas de changement radical du paysage d'origine anthropique (Programme National de Recherche 48, 2005).

Il suffit de taper « Switzerland » sur Google Images pour s'apercevoir à quel point les paysages alpins et notamment le Cervin constituent un symbole et une identité en Suisse. Cela est propre à chaque pays. Les agences de voyage mettent toujours en avant les plus beaux paysages des lieux pour attirer les touristes. Le paysage constitue ainsi une véritable ressource et les milieux naturels sont souvent les destinations privilégiées. Un touriste cependant n'aime pas voir son niveau de vie se dégrader. C'est pourquoi, de nombreuses infrastructures sont mises en place afin de garantir à l'individu un certain niveau de confort. Le paysage est la raison principale de la venue des touristes et constitue ainsi **le produit principal**. Autour, se constituent **des produits dérivés** assurant une accessibilité (routes, télécabines,) et du confort (hôtels, canalisations, ...).

Malheureusement, la mise en place de ces produits dérivés altère le produit principal, à savoir le paysage. Ainsi un domaine skiable va mettre en avant la beauté de ses paysages pour attirer les touristes, mais l'aménagement de celui-ci, lourd en infrastructures (routes, remontées mécaniques, bassins de rétention), altère le paysage (Programme National de Recherche 48, 2005). Les touristes eux-mêmes (pas toujours concernés par l'environnement) dégradent le paysage en exerçant leurs activités. C'est pourquoi, en Suisse, les paysages sont de plus en plus protégés par diverses institutions. L'Office fédéral de l'environnement (OFEV, 2015) a ainsi recensé 38 types de paysages en Suisse allant du centre urbain au glacier. De nombreux sites ont été inscrits dans des inventaires fédéraux afin de définir des surfaces à protéger. Cela se fait par les parcs naturels ou par l'inscription à des inventaires patrimoniaux.

Le paysage est en permanence modelé par les processus naturels et humains (qui s'adaptent, apportent des innovations technologiques et changent de paradigme). Cinq facteurs principaux ont été définis par le Programme National de Recherche 48 (PNR, 2007) pour expliquer les transformations du paysage. Il s'agit de dynamiques culturelles, économiques, politiques, technologiques et naturelles/territoriales. Le paysage, étant un lien entre l'homme et la nature,

hérite des usages anciens et permet de retranscrire par sa lecture son histoire culturelle et naturelle récente. La conception du paysage actuel est dépendante de cette part d'héritage.

Deux approches permettent ainsi d'étudier le paysage : l'approche naturaliste et l'approche humaniste (Reynard, 2005).

L'approche naturaliste étudie les interrelations entre les différentes composantes du paysage à la base d'un développement d'un écosystème. Il s'agit de la composante objective en dehors de toute perception et interprétation de l'homme.

L'approche humaniste ou culturelle étudie les représentations du paysage que se fait l'homme. Il s'agit de la composante subjective et cette approche se focalise sur l'interaction entre l'espace réel et l'observateur.

Dans le cadre de notre étude, nous allons analyser le paysage avec l'approche objective : le paysage tel qu'il a été conçu par les éléments biotiques, abiotiques et anthropiques. Nous allons ainsi définir les éléments qui composent le paysage et analyser leurs évolutions.

1.3. Question de recherche et problématique

La commune de Bagnes a, au cours de son histoire, subi des mutations importantes. Ce travail a pour but d'analyser l'évolution du paysage dans cette région de montagne fortement touristique. Il s'agit d'un travail de cartographie et d'analyse sur une temporalité d'un peu plus d'un siècle.

Quelques secteurs clés vont être analysés de manière plus détaillée afin d'étudier différentes problématiques typiques des régions alpines. Ainsi, quatre problématiques vont être traitées de manière détaillée :

1.3.1. La déprise agricole

La déprise agricole, phénomène ayant débuté à la fin du XIX^e siècle, constitue aujourd'hui un enjeu important en montagne (Baud, 2010). Les surfaces agricoles dans les Alpes sont en train de reculer, ce qui se traduit par un regain de la forêt au détriment d'un paysage culturel, traditionnel, travaillé depuis plusieurs siècles, une fermeture du paysage et une perte de la diversité biologique et paysagère. Ce phénomène est une conséquence de la croissance de la prospérité qui voit la structure de l'agriculture changer et le rendement des terres cultivables diminuer (Programme National de Recherche 48, 2007). Durant les années 1990, ont été mis en place des paiements directs, via la politique agricole, pour inciter l'exploitation des prairies et

des pâturages en montagne. Mais ces subventions ne sont accordées qu'aux « surfaces agricoles utiles » et ne stoppent pas la déprise agricole (Programme National de Recherche 48, 2007).

De nos jours, l'agriculture en montagne est subventionnée par la Confédération, via la Politique agricole 2018-2021, d'avantage pour son patrimoine culturel et dans le but de préserver le paysage que pour la production alimentaire (Confédération suisse, 2016). Avec une suppression de ces paiements directs, cette activité risque d'être totalement abandonnée dans les régions alpines (Programme National de Recherche 48, 2007).

Le reboisement, bien qu'étant aussi lié au changement climatique, est l'expression spatiale des changements des structures de l'agriculture et constitue l'un des phénomènes le plus visible dans les Alpes (Programme National de Recherche 48, 2007).

Les forêts fournissent de nombreuses prestations dans les Alpes. Elles constituent des habitats naturels pour de nombreuses espèces, un lieu de loisir pour la population et un moyen de protection efficace contre les dangers naturels (avalanches, éboulements). Elles limitent l'érosion grâce à l'infiltration des eaux et préviennent ainsi des aléas tels que les glissements de terrain, laves torrentielles ou inondations (Commission Internationale pour la Protection des Alpes, 2001). C'est pourquoi les forêts sont protégées par de nombreuses lois et le développement urbain se fait sur d'anciennes zones agricoles (Programme National de Recherche 48, 2007b).

Comme nous le voyons, la déprise agricole est un enjeu important dans les Alpes. C'est pourquoi cette problématique a été traitée dans plusieurs secteurs clés. Il s'agit d'étudier comment les villages agricoles, champs et pâturages ont évolué, à quel rythme et quels sont les facteurs socio-économiques expliquant ce phénomène.

1.3.2. L'urbanisation

La problématique de l'urbanisation est la deuxième thématique traitée.

Depuis la fin du XIX^e siècle, les Alpes constituent une destination touristique importante avec l'émergence des stations thermales et leur attrait romantique. Elles doivent assez vite répondre aux besoins de logements, d'accessibilité et d'énergie (Convention alpine, 2013). Les premières stations de ski apparaissent durant les années 1930. Dès les années 1950, de nombreux hôtels sont construits. Puis, dès les années 1960, on assiste à une explosion des résidences secondaires (Convention alpine, 2013). Aujourd'hui, dans certaines communes touristiques, le taux de résidences secondaires dépasse les 50%. Les impacts environnementaux sont considérables, tels qu'une consommation excessive du sol, lié au développement par étalement, et que la nécessité

d'infrastructures surdimensionnées (routes, canalisations, parkings) utilisés qu'une toute petite partie de l'année. Le surdimensionnement des infrastructures concerne l'ensemble des stations qui doivent répondre aux besoins de la population lors des pics saisonniers où la population d'une ville alpine peut quadrupler (Convention alpine, 2013).

Le 11 mars 2012, est votée en Suisse une loi visant à limiter la construction des résidences secondaires (Confédération Suisse, 2012). Cela concerne fortement les cantons alpins dont le taux de logements de résidences secondaires sur le bâti est important et a engendré une hausse importante de la valeur de l'immobilier à la défaveur de la population locale éprouvant de plus en plus de difficultés à louer ou acheter un terrain (Convention alpine, 2013).

Le développement urbain a un impact important sur le paysage et la biodiversité en raison du morcellement du paysage et de la consommation du sol. Les routes permettant d'atteindre ces stations engendrent un mitage du territoire important impactant également la faune.

Etant donné les conditions topographiques et climatiques plus difficiles qu'en plaine, l'urbanisation en montagne est difficile. Elle nécessite l'aménagement d'infrastructures importantes, notamment au niveau des voies de communication et pour l'appropriation de ressources et d'énergie. Elle doit s'adapter aux limites physiques du territoire et faire face aux dangers naturels.

L'objectif est d'étudier l'évolution du bâti, l'évolution des quartiers et des routes et comment ces changements sont gérés. Il s'agit de voir comment une ville alpine – Verbier – s'est développée, à quel rythme, quels ont été les enjeux et comment cela se reflète sur le paysage. Le site de Verbier offre des conditions très favorables au développement du bâti, mais celui-ci s'est tout de même progressivement retrouvé limité par les contraintes topographiques et les dangers naturels.

1.3.3. L'aménagement d'un domaine skiable

La transformation d'un **alpage** et l'aménagement d'un **domaine skiable** constituent le troisième enjeu. Bien que le développement touristique dans les Alpes ait commencé au XIX^e siècle, ce n'est qu'à partir des années 1930 que se développent les premières infrastructures pour les sports d'hiver. Depuis, la pratique des sports d'hiver constitue l'une des premières attractions alpines et nécessite de nombreux travaux d'aménagement pour satisfaire la clientèle (Programme National de Recherche 48, 2007b). On relève, premièrement, l'installation des remontées mécaniques pour le ski et les routes mise en place pour faciliter l'accès lors des travaux (Lambiel et Reynard, 2003). Les réservoirs pour produire la neige artificielle, la nécessité de stockage, de centrales électriques, la construction de parkings et de barrières anti-avalanches

vont aussi transformer le paysage (Convention alpine, 2013). En dessous de la limite des forêts, l'aménagement des remontées mécaniques et des pistes de ski a nécessité d'abattre des arbres, ce qui a morcelé le paysage et augmenté l'érosion par ruissellement (Mihai et al., 2009).

Nous allons analyser comment un espace géographique passe d'une fonction agricole à une fonction touristique. Quelles ont été les transformations entreprises pour l'aménagement des pistes de ski et quel en est l'impact sur différentes formes géomorphologiques ? Telles sont les questions auxquelles nous essaierons de répondre.

1.3.4. Le domaine périglaciaire et glaciaire

Enfin, les changements observés en **domaine périglaciaire et glaciaire** constituent la quatrième thématique abordée.

Le retrait des glaciers, conséquence du changement climatique est l'une des transformations les plus importantes en haute montagne, libérant d'importantes surfaces minérales et hydrologiques. Un glacier en crue présente une forme toute différente qu'un glacier en décrue. Ainsi un glacier qui avance a le front en forme de « patte d'ours », ce qui n'est pas du tout le cas pour un glacier en décrue. Actuellement dans les Alpes, il n'y a plus de glacier présentant cette forme, autrefois si caractéristique (Coutterand et Jouty, 2012). En plus d'affecter la forme et la superficie d'un glacier, la fonte engendre une diminution de l'épaisseur des glaciers. Ce changement du caractère topographique du glacier pose un problème quand une piste de ski y est aménagée (Dumoulin et Zryd, 2010). Pour contrer ce problème, certains domaines skiables ont aménagé d'énormes bâches blanches pour limiter la fonte estivale, ce qui dégrade considérablement l'esthétique du paysage en été.

Le changement climatique engendre de nombreuses instabilités à ces altitudes, telles que l'accélération des glaciers rocheux, le dégel du permafrost et l'augmentation des éboulements. Si ces phénomènes impactent le paysage, ils ont nécessité l'aménagement d'infrastructures pour prévenir les aléas tels que les paravalanches, les bâches ou le renforcement de certaines installations.

Dans la zone périglaciaire, les formes géomorphologiques tels que les glaciers rocheux ou éboulis présentant une forme chaotique ont dû être aplanis pour l'aménagement des pistes de ski (Lambiel et Reynard, 2003).

Ici nous allons voir comment le changement climatique impacte les différentes formes situées en haute montagne telles que les glaciers et les moraines et comment cela influence les installations humaines et les activités de l'homme.

1.3.5. Question de recherche

Toutes ces problématiques peuvent se rattacher à la question de recherche principale :
« **Comment le paysage de la commune de Bagnes a-t-il évolué depuis la fin du XIX^e siècle jusqu'à aujourd'hui ?** » L'analyse s'est faite à une double échelle : temporelle sur 130 ans et spatiale sous formes d'études de cas réparties sur les versants.

Chapitre 2 : Méthodologie

2. Méthodologie

2.1. L'approche géohistorique

Pour répondre aux questions posées dans la problématique, nous avons adopté une approche géohistorique.

« La Géohistoire, c'est l'idée qu'on ne peut pas comprendre quelque configuration historique que ce soit sans la localiser par rapport à d'autres, et que réciproquement, on ne peut pas comprendre une configuration géographique sans lui donner une dimension historique. L'histoire et la géographie ne sont, selon mon point de vue, qu'une seule et même chose. » (Grataloup, 2011, p. 213, cité dans Corboz, 2015, p.7).

Située entre la discipline de la géographie et de l'histoire, la géohistoire met en interaction l'espace et le temps afin de comprendre des tendances, des trajectoires et des inerties ayant eu lieu et ainsi donner sens aux évolutions passées. La géographie et l'histoire sont ainsi en interaction permanente. Dans l'évolution d'une population, par exemple, il n'est pas possible de considérer la dimension spatiale sans la dimension temporelle (Jacob-Rousseau, 2009).

La notion de « géohistoire » est apparue pour la première fois en 1949 dans l'ouvrage de l'historien Fernand Braudel « La Méditerranée et le monde méditerranéen à l'époque de Philippe II ». Puis ce concept a été oublié avant de ressurgir dès les années 1990 (Jacob-Rousseau, 2009).

Aujourd'hui, nous pouvons citer plusieurs sous-champs de recherche relevant de la Géohistoire, comme la métagéographie qui s'intéresse aux constructions et découpages spatiaux des régions ou des continents et leur histoire (Capdepuy Djament-Tran, 2012). Nous pouvons également mentionner la géographie historique qui se focalise sur la géographie du passé. L'histoire géographique s'intéresse à la dimension environnementale des sociétés, à l'organisation des espaces, des centralités et des réseaux. Le croisement de l'histoire géographique avec les analyses spatiales peut être qualifié de « Nouvelle géohistoire » (Capdepuy Djament-Tran, 2012).

La géohistoire se prête bien à des études sur les dynamiques des espaces et à leur passé. Ainsi cette approche est pertinente pour les études se focalisant sur l'environnement, le paysage et sur le patrimoine (Capdepuy Djament-Tran, 2012).

Le but est d'exploiter les informations historiques et de les spatialiser afin d'expliquer et comprendre les changements territoriaux ayant eu lieu au cours du temps (Baud, 2010). Cela nécessite de récolter le maximum de données telles que des archives textuelles (documents

écrits divers, rapports, articles de journaux, etc.), iconographiques (anciennes photographies, cartes postales, représentations picturales, etc.), cadastrales et cartographiques pour pouvoir reconstituer et comprendre les dynamiques paysagères (Baud, 2010 ; Baud, Reynard et Bussard, 2015)). Les documents datables et repérables dans l'espace se prêtent bien à ces analyses (Jacob-Rousseau, 2009).

L'intégration de ces informations dans un système d'information géographiques (SIG) offre la possibilité de créer des statistiques, des cartes diachroniques, synchroniques et thématiques et encore d'autres analyses. Cette pratique est devenue courante dans la restitution des anciens paysages et de l'occupation des sols (Baud, 2010 ; Reynard et Baud, 2015).

Dans le cadre de l'analyse sur le paysage, G. Chouquer (2007) établit plusieurs constats. La typologie des objets et des structures de l'époque se confronte aujourd'hui à des objets hybrides rendant l'interprétation complexe. Des auteurs ont tendance à projeter dans le passé les formes actuelles et ne tiennent pas compte des dynamiques temporelles. Les catégories qu'on applique aujourd'hui dans la description du paysage sont parfois inaptées à rendre compte des rapports que les sociétés entretenaient à l'époque avec leur environnement (Jacob-Rousseau, 2009). Chouquer propose ainsi de donner aux objets leur primat pour comprendre les processus qu'ils se sont transmis au cours du temps (Jacob-Rousseau, 2009).

Nicolas Jacob-Rousseau propose de définir un paysage de référence. Mais les objets ne sont pas fixes et sont inscrits dans une dynamique. Il convient, par le biais d'archives, d'aller plus loin dans le passé pour comprendre la dynamique des objets composant le système. Pour comprendre l'évolution des processus naturels du passé, il faut comprendre ces mêmes processus aujourd'hui. En revanche, on ne peut pas interpréter les dynamiques anthropiques, si on ne tient pas compte du fonctionnement des sociétés anciennes et leur rapport avec l'espace. Pour cela, il faut se référer aux textes anciens pour comprendre leur fonctionnement et les différents conflits d'usages (Jacob-Rousseau, 2009). Sur une étude portant sur les dynamiques d'occupation du sol et des paysages alpins par l'analyse de cadastres du XVIII^e siècle à aujourd'hui, Dominique Baud (2010) a relevé que le statut juridique des terres et du bâti constitue un changement plus important que celui de l'occupation du sol même.

2.2. L'approche géohistorique dans cette étude

Dans le cadre de cette étude, l'approche géohistorique est appliquée pour analyser les changements de l'occupation du sol et du paysage en privilégiant l'usage d'un Système d'Information Géographique (SIG). Par cette approche, nous avons tenté de restituer la structure du territoire et sa dynamique sur le temps long (Jacob-Rousseau, 2009). Puis nous avons relevé les tendances, les inerties, les différentes trajectoires afin d'en faire un récit.

Nous avons récolté le maximum d'archives textuelles et iconographiques pour les intégrer au SIG. Cette analyse cartographique s'est essentiellement faite à partir des cartes officielles de la Confédération (cartes Siegfried, cartes nationales) et de photos aériennes disponibles sur le site map.geo.admin.ch (consulté le 05.06.18). Ces ressources étant insuffisantes pour une reconstitution fidèle des dynamiques paysagères et leur compréhension, de nombreuses autres sources ont été utilisées, notamment des documents textuels, des rapports, des articles de journaux, des documents iconographiques, des informations obtenues lors d'entretiens etc. Toutes ces sources sont combinées dans l'approche géohistorique.

L'analyse géomatique permet d'aborder la problématique par une approche quantitative de la transformation du paysage. Nous allons, grâce à cet outil, pouvoir réaliser des cartes synchroniques et diachroniques. Une carte synchronique restitue l'état de référence du paysage à un moment précis. Une carte diachronique permet de cartographier les changements ayant eu lieu entre deux états de référence retenus pour chaque type d'occupation du sol (Baud, Reynard et Bussard, 2015).

2.3. Liste des documents utilisés

2.3.1. Cartes officielles de la Confédération

Différentes cartes officielles de la Confédération ont été utilisées. La carte Dufour est considérée comme la première carte officielle de la Suisse. Etablie sous la direction du général Guillaume-Henri Dufour de 1844 à 1864¹ à l'échelle du 1 :100'000, elle n'a pas été utilisée pour notre étude. La carte Siegfried, plus précise, couvrant aussi la période qui nous intéresse a ainsi été privilégiée (Reynard, 2009). Les cartes de l'Atlas Siegfried, publiées sous la direction du colonel Hermann Siegfried de 1870 à 1926², ont été utilisées à l'échelle 1 :50'000. Il existe des cartes Siegfried à l'échelle 1 :25'000 mais elles n'ont pas été réalisées dans les zones alpines (Office fédéral de la topographie swisstopo (consulté le 05.06.18)). Entre 1938 à 1964, est

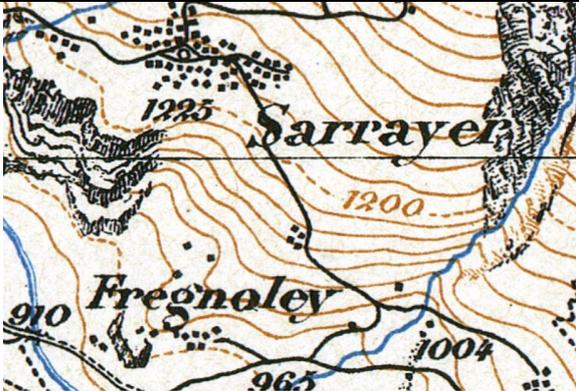
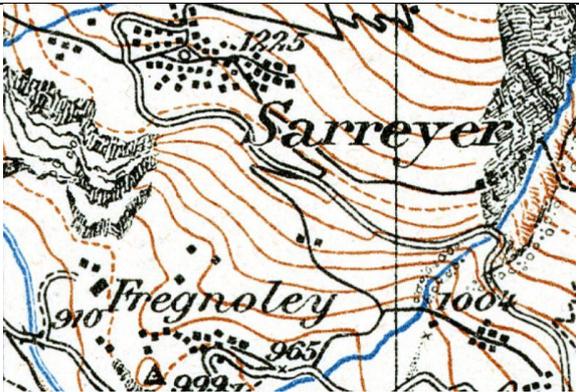
¹ Il s'agit de la première édition. Elle a ensuite été révisée jusqu'en 1939.

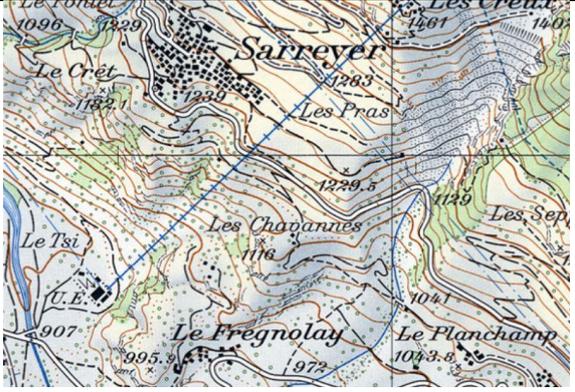
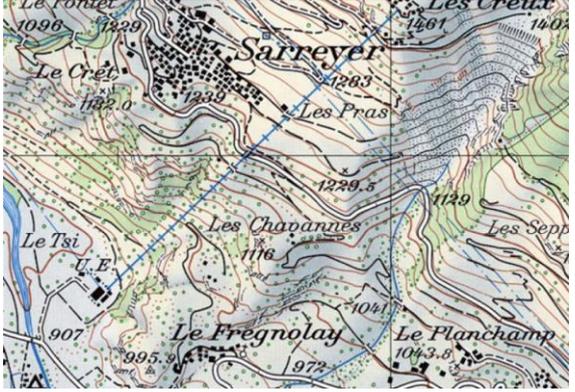
² Pour la première édition. Elle a ensuite été révisée jusqu'en 1949.

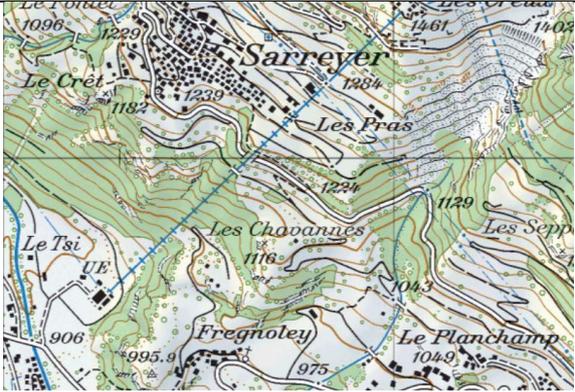
établie, la première édition des cartes nationales de la Suisse à l'échelle 1 :50'000 et entre 1952 à 1979 pour l'échelle 1 :25'000. Ces cartes sont révisées tous les 6 ans et encore jusqu'à aujourd'hui. Plus précises, ces cartes ont été exploitées pour les périodes les plus récentes (Reynard, 2009). Il existe également une carte nationale à l'échelle 1 :10'000 disponible sur map.geo.admin.ch (consulté le 05.06.18). Elle a l'avantage de présenter un grand niveau de détails et d'être mise à jour annuellement. Il convient de préciser que depuis la rédaction de ce document, la révision annuelle a été effectuée et les cartes ont été modifiées.

Les cartes topographiques utilisées sont visibles sur le tableau 1.

Tableau 1: Cartes topographiques à Sarreyer. Source : Office fédéral de topographie

<p>1880</p> <p>Atlas Siegfried (échelle 1 :50'000) :</p> <p>Feuille 527 Lourtier (1878)</p> <p>Feuille 530 Gd Combin (1880)</p>	 <p>Feuille 527 Lourtier (1878)</p>
<p>1906</p> <p>Atlas Siegfried (échelle 1 :50'000) :</p> <p>Feuille 526 Martigny (1900)</p> <p>Feuille 527 Lourtier (1906)</p>	
<p>1922</p> <p>Atlas Siegfried (échelle 1 :50'000) :</p> <p>Feuille 526 Martigny (1920)</p> <p>Feuille 527 Lourtier (1920)</p> <p>Feuille 530 Gd Combin (1922)</p>	 <p>Feuille 527 Lourtier (1935)</p>
<p>1935</p> <p>Atlas Siegfried (échelle 1 :50'000)</p> <p>Feuille 527 Lourtier (1935)</p> <p>Feuille 530 Gd Combin (1933)</p>	
<p>1956</p> <p>Carte nationale de Swisstopo (échelle 1 :50'000)</p> <p>Feuille 282 Martigny (1956)</p> <p>Feuille 283 Arolla (1955)</p>	

<p>1958</p> <p>Carte nationale de Swisstopo (échelle 1 :50'000)</p> <p>Feuille 283 Arolla (1958)</p>	 <p>Feuille 283 Arolla (1955)</p>
<p>1964</p> <p>Carte nationale de Swisstopo (échelle 1 :50'000)</p> <p>Feuille 282 Martigny (1964)</p> <p>Feuille 283 Arolla (1961)</p>	
<p>1967</p> <p>Carte nationale de Swisstopo (échelle 1:25'000)</p> <p>Feuille 1325 Sembrancher (1965)</p> <p>Feuille 1326 Rosablanc (1967)</p> <p>Feuille 1346 Chanrion (1967)</p>	 <p>Feuille 1926 Rosablanc (1967)</p>
<p>1974</p> <p>Carte nationale de Swisstopo (échelle 1:25'000)</p> <p>Feuille 1325 Sembrancher (1971)</p> <p>Feuille 1326 Rosablanc (1974)</p>	
<p>1983</p> <p>Carte nationale de Swisstopo (échelle 1 :25'000)</p> <p>Feuille 1326 Rosablanc (1983)</p>	 <p>Feuille 1926 Rosablanc (1983)</p>
<p>1988</p> <p>Carte nationale de Swisstopo (échelle 1 :25'000)</p> <p>Feuille 1326 Rosablanc (1988)</p>	
<p>1995</p> <p>Carte nationale de Swisstopo (échelle 1:25'000)</p> <p>Feuille 1325 Sembrancher (1995)</p> <p>Feuille 1326 Rosablanc (1995)</p>	

<p>2010</p> <p>Carte nationale de Swisstopo (échelle 1 :25'000)</p> <p>Feuille 1325 Sembrancher (2010)</p> <p>Feuille 1326 Rosablanc (2010)</p> <p>Feuille 1346 Chanrion (2010)</p>	 <p>Feuille 1926 Rosablanc (2010)</p>
<p>2017</p> <p>Carte nationale de Swisstopo (échelle 1 :10'000)</p>  <p>Carte nationale à l'échelle 1 :10000 (2017)</p>	

2.3.2. SwissALTI3D estompage du relief

Réalisée par l'Office fédéral de topographie swisstopo, cette carte est une représentation dérivée du modèle altimétrique numérique swissALTI3D. Elle représente le relief avec l'influence de l'illumination du soleil pour une position azimut 315° (nord-ouest) et une hauteur de 45° (map.geo.admin.ch (consulté le 05.06.18)). Cette carte a été utilisée pour avoir une meilleure représentation de la topographie et comme fond de carte, pour les cartes réalisées dans cette étude (Fig. 1)

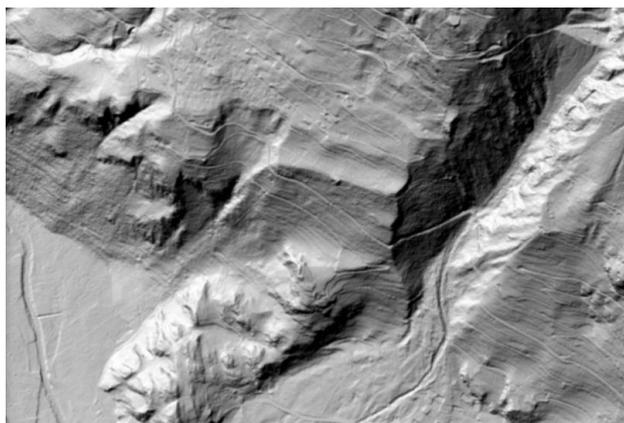


Figure 1: SwissALT13D estompage du relief à Sarreyer. Source : Office fédéral de topographie

2.3.3. Les cartes statistiques de la superficie

La carte statistique de la superficie simplifiée de l'Office fédéral de la statistique a été utilisée pour tous les secteurs. Il s'agit d'une carte de la couverture du sol sur l'ensemble du territoire Suisse en 2007. Les catégories sont réparties en 18 classes d'occupation du sol comprises dans 4 domaines principaux (surface boisées, surface agricoles, surfaces improductives et surfaces d'habitat et d'infrastructure). Il existe trois fonds de cartes dont le niveau de précision s'adapte à l'échelle de visualisation (map.geo.admin.ch (consulté le 05.06.18)). Pour une visualisation à grande échelle (tel est le cas de notre étude), la résolution des classes est de 100 m². Cette carte donne des informations précieuses sur l'occupation du sol, notamment en ce qui concerne les espaces ouverts. En effet la carte fait la distinction entre les prés et terres arables, les prés et pâturages locaux embroussaillés, les mayens et alpages fauchés et les alpages pâturés (Fig. 2). Cette distinction n'existe pas sur les cartes topographiques de la Confédération.

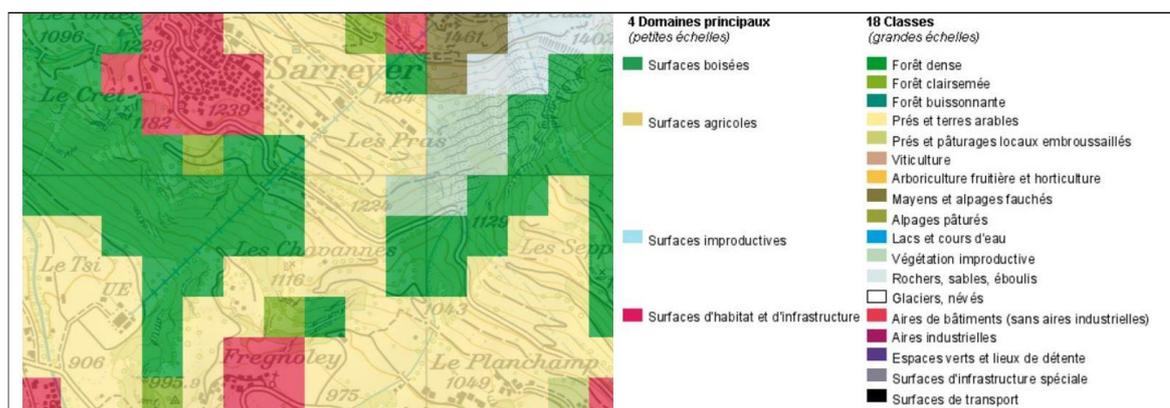


Figure 2: Carte statistique de la superficie à Sarreyer. Source : Office fédéral de topographie

2.3.4. La carte des classes de pente de plus de 30 degrés

La carte des classes de pente de plus de 30 degrés établie par l'Office fédéral de la topographie swisstopo a été utilisée pour tous les secteurs. Avec une résolution de 10 m², cette carte indique en quatre catégories les pentes de plus de 30° (Fig. 3). On retrouve donc une classe pour les

pentres comprises entre 30 et 35°, de 35 à 40°, de 40 à 45° et de plus de 45° (map.geo.admin.ch (consulté le 05.06.18)). Cette carte est extrêmement utile, car elle aide à comprendre les logiques d'aménagement du territoire en fonction des pentes au cours du temps.

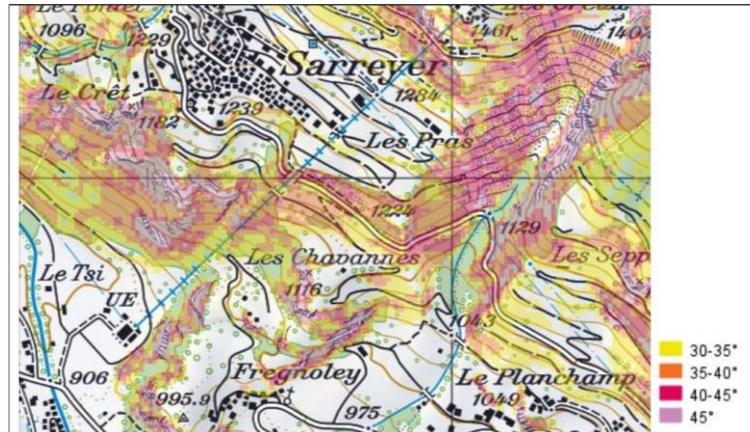


Figure 3: Carte des classes de pente de plus de 30 degré à Sarreyer. Source : Office fédéral de topographie

Le site de la commune de Bagnes, en plus de fournir beaucoup d'informations, propose des fonds de cartes qui ont été précieux lors de l'élaboration de ce travail. Nous trouvons un plan des cadastres géoréférencés sur une carte interactive pour l'ensemble de la commune de Bagnes. Nous trouvons aussi de nombreuses données sur l'aménagement du territoire tels que le plan des zones, les dangers naturels, les surfaces agricoles, les surfaces d'assolement ou les surfaces forestières (Commune de Bagnes, 2018c).

2.3.5. Les images aériennes swisstopo

Il existe de nombreuses images aériennes disponibles sur le site map.geo.admin.ch (consulté le 05.06.18)). Il s'agit de photographies à haute résolution dont l'échelle varie entre 1 :20'000 et 1 :30'000 (Reynard, 2009). Bien que le site recense des images depuis 1926, dans notre secteur d'étude les plus vieilles images datent de 1935. Depuis, de nouvelles photographies ont été prises à des intervalles réguliers ; ainsi, il a été possible d'étudier ces images de 1935 à aujourd'hui. Ces images ont été un véritable complément aux cartes topographiques qui ne sont qu'une interprétation de la réalité. Il a été possible de comparer des images aériennes datant de la même période que des cartes Siegfried, ce qui a permis de corriger de nombreuses distorsions et de créer des cartes bien plus précises. Pour les périodes plus récentes, nous avons pu utiliser des orthophotos. Il s'agit d'images aériennes dont les distorsions dues aux changements d'altitude et à la pente ont déjà été corrigées. L'échelle est identique sur l'ensemble de ces cartes (Reynard, 2009).

Voici la liste des images aériennes et orthophotos utilisées par secteurs :

Fionnay

1935

Numéro de l'image : 19350340060791 (Date du vol : 06.07.1935)

Mont-Fort

1959

Numéro de l'image : 19599991144600 (Date du vol : 12.09.1959)

1988

Numéro de l'image : 19881050037712 (Date du vol : 18.08.1988)

La Chaux

1959

Numéro de l'image : 19599991134619 (Date du vol : 12.09.1959)

1988

Numéro de l'image : 19881020027562 (Date du vol : 10.08.1988)

Numéro de l'image : 19881020027563 (Date du vol : 10.08.1988)

Numéro de l'image : 19881050037711 (Date du vol : 18.08.1988)

Sarreyer

1935

Numéro de l'image : 19350340060796 (Date du vol : 06.07.1935)

Numéro de l'image : 19350340060797 (Date du vol : 06.07.1935)

1964

Numéro de l'image : 19649990291987 (Date du vol : 08.07.1964)

1983

Numéro de l'image : 19839990417081 (Date du vol : 19.07.1983)

Prarreyer, Versegères et Champsec

1935

Numéro de l'image : 19350340060789 (Date du vol : 06.07.1935)

Numéro de l'image : 19350340070766 (Date du vol : 06.07.1935)

Numéro de l'image : 19350340140768 (Date du vol : 06.07.1935)

1959

Numéro de l'image : 19599991151335 (Date du vol : 03.07.1959)

1977

Numéro de l'image : 19771020015732 (Date du vol : 12.07.1977)

1982

Numéro de l'image : 198299900033300 (Date du vol : 12.08.1982)

Verbier

1937

Numéro de l'image : 19350340130799 (Date du vol : 06.07.1935)

Numéro de l'image : 19370150030528 (Date du vol : 11.08.1937)

Numéro de l'image : 19370150110520 (Date du vol : 11.08.1937)

Numéro de l'image : 19370150110521 (Date du vol : 11.08.1937)

Numéro de l'image : 19370150110522 (Date du vol : 11.08.1937)

Numéro de l'image : 19370150180523 (Date du vol : 11.08.1937)

Numéro de l'image : 19370150180524 (Date du vol : 11.08.1937)

Numéro de l'image : 19370150180524 (Date du vol : 11.08.1937)

1957

Numéro de l'image : 19571050012789 (Date du vol : 31.07.1957)

1977

Numéro de l'image : 197710500015766 (Date du vol : 12.07.1977)

1999

Numéro de l'image : 19991060012784 (Date du vol : 1.09.1999)

L'ensemble du terrain d'étude

Pour l'ensemble du terrain d'étude, nous avons utilisé la mosaïque d'orthophotos SWISSIMAGE de 2015 qui est un assemblage des orthophotos de la Suisse (map.geo.admin.ch (consulté le 05.06.18)).

2.3.6. Autres sources

Nous avons pu recueillir un nombre précieux d'informations dans des images et des cartes postales publiées dans des ouvrages. Le livre « Images de Verbier. Anciennes cartes postales » (2012) recueille un nombre considérable de cartes postales datant de 1907 à 1966 géoréférencées ; il a constitué une aide importante. L'ouvrage « Les noms des lieux de la commune de Bagnes : toponymie illustrée » publié par la commune en 2000 a également apporté beaucoup d'informations concernant l'utilisation du sol au cours du temps.

En dehors des sources iconographiques, de nombreux articles de journaux et de textes ont apporté des informations complémentaires. Il a également été nécessaire d'aller sur le terrain et visiter la totalité du terrain d'étude afin de s'y familiariser. Il a ainsi été possible de s'entretenir de manière spontanée avec des acteurs locaux tels que des paysans ou des randonneurs à la retraite connaissant bien la région.

2.4. Démarche méthodologique

Ces cartes ont été extraites en format PDF depuis le site pour les intégrer dans le programme de cartographie QuantumGIS (QGIS). Ensuite, ces cartes ont été géoréférencées à l'aide d'un maximum de points de contrôle fixes tels que les "sommets", des anciens bâtiments ou des ponts afin d'obtenir la meilleure superposition de cartes possible.

Cette étape de la cartographie se heurte à de nombreuses difficultés qui s'expliquent par les caractéristiques des cartes elles-mêmes. Le système de projection et l'ellipsoïde des cartes de l'Atlas Siegfried ne sont pas les mêmes que celles utilisées par les cartes nationales (Baud,

Bussard et Reynard, 2015). L'altitude du point de référence du système altitudinal suisse, déterminé par la Pierre du Niton (un bloc erratique situé dans le lac Léman à proximité de Genève), a « diminué » de 3.26 mètres entre la carte Siegfried et la carte nationale (Reynard, 2009). Ce changement explique la différence d'altitude pour un même sommet d'une carte à l'autre (éliminant toute hypothèse ridicule d'érosion massive généralisée des Alpes suisses). Du XIX^e siècle à aujourd'hui, la précision du levé topographique a bien évolué avec l'évolution des moyens techniques et l'émergence des photographies aériennes.

Une carte n'est que la représentation de la réalité. Elle dépend fortement de l'échelle de la carte et de l'interprétation du cartographe qui ne sélectionne qu'une partie des informations pour ne pas surcharger la carte. A titre d'exemple, Reynard (2009) a mentionné le problème des limites des forêts dans les zones alluviales. Les types de forêts sont diversifiés (forêt dense, forêt buissonnante, plantes pionnières) ; il convient ainsi de se demander ce qui est cartographié comme « forêt ». En comparant les cartes topographiques avec les images aériennes, il s'est avéré, à plusieurs reprises, que les forêts buissonnantes ou pionnières sont sous-représentées. Nous avons pu constater que les aires boisées, de manière générale, sont sous-représentées dans les cartes Siegfried alors que les localités sont surdimensionnées. Sur les cartes Siegfried, tous les bâtiments ont la même taille et les routes sont deux fois plus larges que sur les cartes nationales (Baud, Reynard et Bussard, 2015). Ces faits expliquent le surdimensionnement des espaces bâtis, ce qui a été tenu en compte dans l'élaboration des cartes.

Certains éléments du paysage n'ont pas du tout été représentés. Il n'y a pas de distinction entre les terres ouvertes, les pâturages et les champs. Les informations relatives à ces usages du sol ont dû être obtenues par des textes écrits, mais également des images aériennes et d'autres photographies.

Ces changements sont à l'origine même des distorsions entre la carte Siegfried et nationale et doivent être réduites au maximum en utilisant le plus de points de contrôle lors du géoréférencement. Malgré tout, certaines distorsions sont impossibles à corriger. A titre d'exemple, le pont au milieu du village de Fionnay se situe au nord-ouest de la chapelle sur la carte nationale, tandis que sur la carte Siegfried celle-ci se situe plus au sud (Fig. 4). Cet exemple parmi d'autres montre qu'une superposition parfaite des deux cartes est impossible.

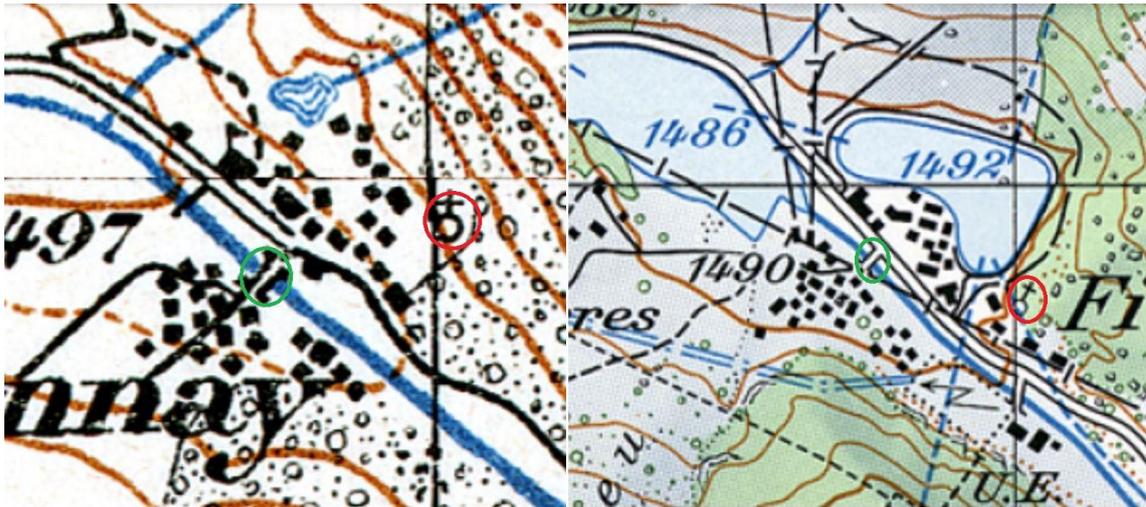


Figure 4: Comparaison entre une carte Siegfried de 1935 et nationale de 1967. Source : Office fédéral de topographie, modifié par J. Emery

Ensuite, il a fallu déterminer quels éléments du paysage allaient être cartographiés en fonction des différents usages du sol. Chaque classe a été numérisée sur QGIS en allant de la carte la plus récente à la plus ancienne (Baud, Reynard et Bussard, 2017). Après cette étape, il a été possible de réaliser diverses cartes montrant l'occupation du sol, son évolution et obtenir des informations quantitatives.

En raison de la nature très variée des différents secteurs, les classes numérisées ne sont pas identiques pour chaque secteur. Ainsi, ces classes varient en fonction des problématiques traitées dans chaque secteur. Voici les différentes classes d'occupation du sol qui ont été numérisées (Tabl. 02) :

Tableau 2: Les classes d'occupation du sol pour chaque secteur

Fionnay	Mont-Fort	La Chaux	Sarreyer	Prarreyer, Versegères et Champsec	Verbier
Forêt dense			Forêt dense	Forêt dense	Forêt dense
Forêt clairsemée			Forêt clairsemée	Forêt clairsemée	Forêt clairsemée
Surface herbeuse improductive	Surface herbeuse improductive				
		Marais			
Alpage ou pâturage		Alpage ou pâturage	Champ	Champ	Champ
			Alpage ou pâturage		Alpage ou pâturage
Espace bâti	Espace bâti	Espace bâti	Verger	Verger	
Aire hydrologique	Aire hydrologique	Aire hydrologique	Espace bâti	Espace bâti	Espace bâti
			Aire hydrologique	Aire hydrologique	Aire hydrologique
				Camping, Espace vert	Espace vert
					Golf
	Surface aplanie (terrasement)	Surface aplanie (terrasement)			
				Sable, gravier	
Eboulis	Eboulis	Eboulis	Eboulis		Eboulis
	Moraine de fond	Moraine de fond			
	Glacier	Glacier			
	Glacier couvert	Glacier couvert			
Affleurement rocheux	Affleurement rocheux	Affleurement rocheux	Affleurement rocheux		Affleurement rocheux

Les forêts denses et les forêts clairsemées sont représentées sur toutes les cartes topographiques (à l'exception évidente du secteur du Mont-Fort et de La Chaux qui en sont dépourvus) et ont été numérisées en deux classes distinctes. Ces deux catégories sont parfois groupées en une classe nommée « Aire boisée ».

Les surfaces herbeuses ne constituent qu'une seule catégorie sur les cartes topographiques et englobent dans notre analyse plusieurs occupations du sol qui ont pu être déterminées par d'autres sources. **Les forêts buissonnantes** (déterminées par la carte statistique de la superficie) sont incluses selon les cartes nationales dans les terres ouvertes. Nous avons déterminé leurs contours à l'aide des images aériennes et photographies, puis nous les avons intégrées dans la catégorie « forêt clairsemée ». A l'aide de la carte statistique de la superficie, nous avons déterminé les aires **d'alpages et pâturages, des champs et des aires improductives**.

Les vergers constituent une classe unique cartographiée par les cartes nationales, ce qui n'est pas le cas des cartes Siegfried. Ces aires ont pu être reconstruites notamment à partir des images aériennes. **Les marais**, représentés sur les cartes nationales, sont sous-représentés dans le secteur d'étude sur les cartes Siegfried. Ils ont pu être déterminés à partir d'images aériennes et de documents écrits.

Les éboulis, les espaces bâtis (qui incluent également les chantiers ou parkings), **les aires hydrologiques** (lac, rivière importante), **les affleurements rocheux, les glaciers** constituent des aires d'occupation du sol incluses dans notre analyse et représentées dans les cartes nationales et Siegfried.

Les aires de **moraines de fond**, ainsi que les **surfaces aplanies** ont pu être déterminées à partir de divers documents scientifiques et par les empreintes laissées dans le paysage (visible à l'œil nu et sur les orthophotos).

Par l'importance que représentent les **terrains de golf** dans le secteur de Verbier, il a été décidé de leur attribuer une classe unique indépendante des **espaces verts et campings**.

Les routes, les rivières (incluant les torrents et bisses), les lignes à haute tension, les conduites forcées, les cordons morainiques, les glaciers rocheux, les téléphériques et les téléskis ont été numérisés pour les cartes synchroniques.

Une fois les cartes réalisées, il a été possible de quantifier les changements à l'aide de matrices de transition qui représentent les surfaces pour chaque type d'occupation du sol d'une année à l'autre (Baud, 2010 ; Baud, Bussard et Reynard, 2015). Ces matrices permettent également de dire quel type d'occupation a remplacé une autre entre deux époques différentes. A l'aide des différents documents, il a été possible de contextualiser et expliquer les changements ayant eu lieu.

Le schéma de la figure 5 synthétise toute la démarche méthodologique.

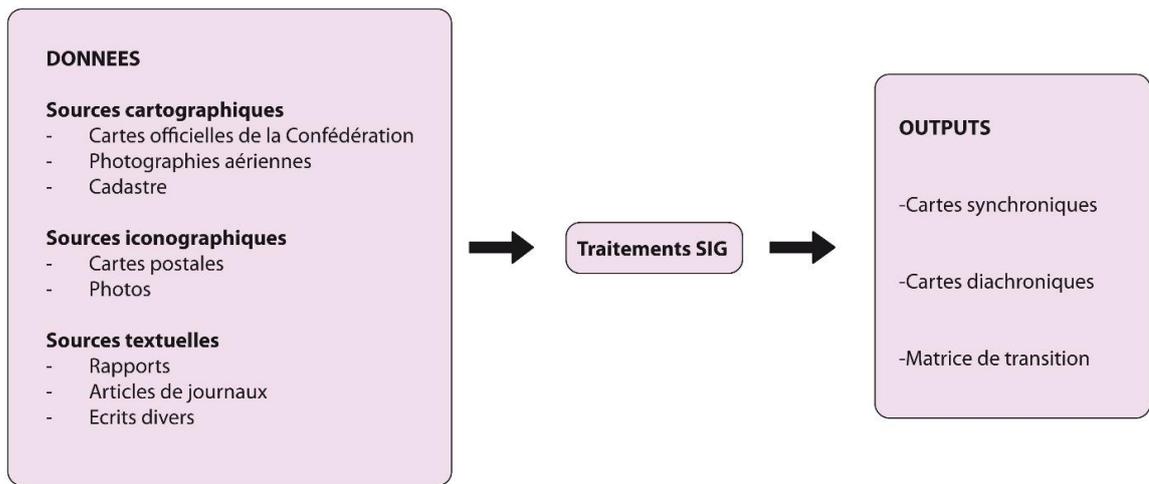


Figure 5: Relation entre les données et les outputs (résultats)

Chapitre 3 : Le terrain d'étude

3. Le terrain d'étude

Ce travail a consisté dans un premier temps à recenser le maximum d'informations sur le Val de Bagnes afin de déterminer avec précision les secteurs les plus intéressants dans le terrain d'étude (Fig. 6). Cela nous a permis de comprendre et contextualiser les changements qui ont pu être analysés et de recenser les moments charnières. Six secteurs ont été choisis afin de traiter les diverses problématiques (Fig. 7).

3.1. Le terrain d'étude et le contexte géographique

Le terrain d'étude se situe sur la partie nord de la commune de Bagnes, là où sont concentrées les différentes localités et le domaine skiable de Verbier. Comprise entre une altitude de 880 mètres et 3329 mètres d'altitude, l'aire de notre secteur d'étude est de 53 km². L'essentiel du terrain se situe en rive droite de la Dranse de Bagnes, le principal cours d'eau traversant toute la commune du sud-est au nord-ouest au fond de la vallée éponyme.

Alors que les villages sont concentrés à l'aval du Val de Bagnes, la partie amont, au sud, se caractérise par des sommets très élevés et des grands glaciers. Cette région, nettement plus sauvage, est comprise dans la Zone Protégée du Haut Val de Bagnes (dessinée en vert foncé sur la figure 6). Bien qu'une étude sur cette partie serait très intéressante, cette partie est nettement moins concernée par le tourisme (Bagnes, 1997) ; ainsi, elle n'a pas été considérée dans notre analyse.

Nous constatons également qu'une partie du terrain d'étude se situe sur la commune de Nendaz. Situé en domaine glaciaire et périglaciaire, il s'agit du secteur du Mont-Fort, point culminant du domaine skiable des 4 Vallées. Il ne pouvait pour ces raisons être absent de notre étude.

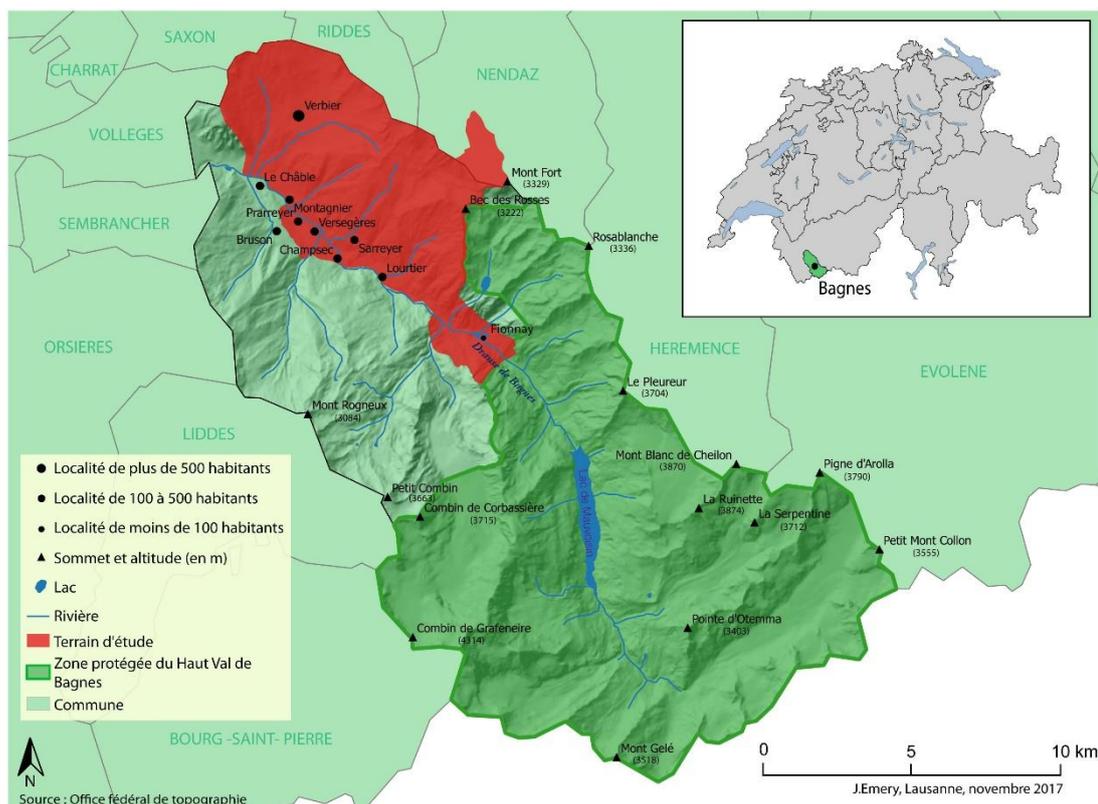


Figure 6: Le Val de Bagnes et le terrain d'étude

3.2. Les secteurs

Bien que l'ensemble du terrain d'étude ait été analysé, nous nous sommes focalisés sur six secteurs clés de quelques km² pour une analyse plus détaillée (Fig. 7). Ces secteurs ont été sélectionnés de manière minutieuse pour représenter au mieux les différentes problématiques actuelles des régions de montagnes touristiques. Ces secteurs vont être présentés dans ce chapitre de l'amont à l'aval.

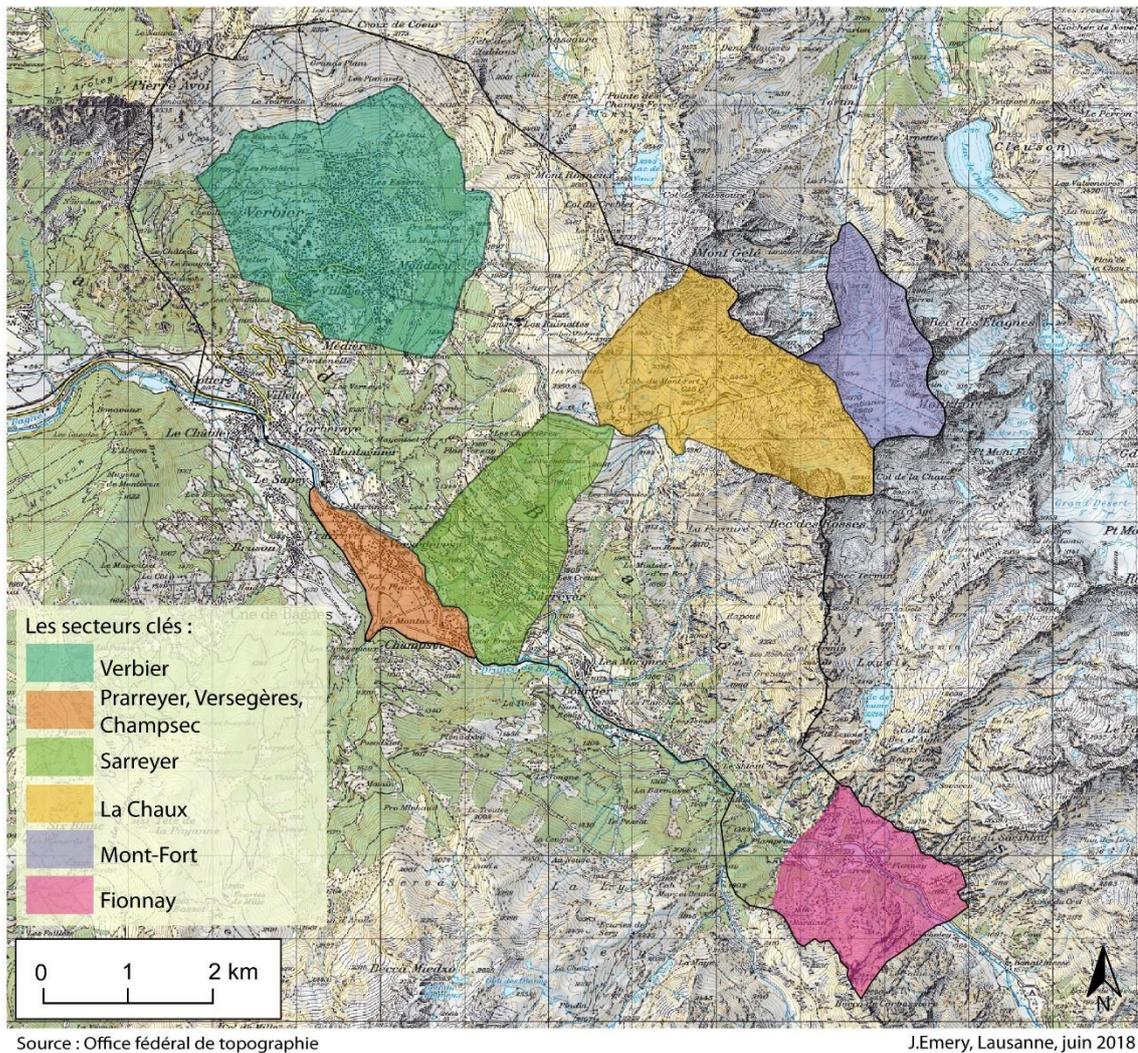


Figure 7: Le terrain d'étude et les secteurs clés

3.2.1. Fionnay

D'une superficie de 3,33 km², le secteur de Fionnay comprend le village situé le plus en amont du Val de Bagnes. Il s'agit d'un village aujourd'hui peuplé de 35 habitants ayant connu un fort engouement touristique à la fin du XIX^e siècle (Carron et al., 1983). Compris dans une auge glaciaire à 1490 mètres d'altitude (Genoud, 2008), ce village vit essentiellement aujourd'hui de l'hydroélectricité et comprend deux importants bassins de rétention (Bagnes, 1997). Ce secteur a été retenu, car il est pionnier du tourisme dans le Val de Bagnes et permet d'étudier les problématiques liées à la déprise agricole et aux aménagements hydroélectriques.

3.2.2. Le Mont-Fort

Compris sur la commune de Nendaz, le secteur du Mont-Fort constitue le point culminant du terrain d'étude. D'une superficie de 2,4 km², il est en partie occupé par le glacier de Tortin et par sa marge proglaciaire. Depuis la fin du Petit Age Glaciaire, ce glacier connaît un retrait continu qui s'est accentué ces dernières années. Alors qu'il mesurait 2,5 km de long pour 2,5 km² à la

sortie du Petit Age Glaciaire, aujourd'hui il a perdu plus d'un km de long et ne fait plus que 0.8 km² (Ravanel et Lambiel, 2012). Ce secteur a la particularité d'être depuis 1960 compris dans le domaine skiable des 4 Vallées qui doit régulièrement entreprendre des aménagements pour pallier la diminution du volume du glacier (Lambiel et Reynard, 2003 ; Serquet et Thalmann, 2012). La station de téléphérique a été construite sur la moraine latérale gauche du glacier datant du Petit Age Glaciaire. Avec la fonte importante observée du glacier, ce corps sédimentaire gelé est déséquilibré et flue en direction du glacier (Lambiel, 2006), ce qui s'explique aussi par la fonte de son permafrost (Ravanel et Lambiel, 2012).

Les problématiques liées à la haute montagne, telles que le retrait des glaciers, ainsi que l'aménagement d'un domaine skiable ont pu être étudiées en détail dans ce secteur.

3.2.3. La Chaux

D'une superficie de 5,27 km², la région de La Chaux constitue le troisième secteur d'étude. Situé au-dessus des pentes de Sarreyer, entre 2140 et 3223 mètres d'altitude, il comprend dans sa partie aval l'un des plus importants alpages de la commune, celui de La Chaux (Bagnes, 1997).

En amont, au pied du Bec des Rosses, on trouve le glacier de La Chaux qui a perdu près de 90% de son volume depuis la fin du Petit Age Glaciaire (Reynard et al., 2003). Cette zone est ainsi en bonne partie constituée d'une marge proglaciaire essentiellement composée d'une moraine de fond (Lambiel et Reynard, 2003). Ce terrain comprend de nombreux éboulis et glaciers rocheux au pied des Monts de Sion et du Mont-Gelé qui ont fait l'objet de nombreuses études scientifiques concernant la localisation des sols gelés ou des flux thermiques au sein des terrains sédimentaires (Lambiel, 2006).

C'est dans ce secteur que prend sa source le bisse du Levron mis en exploitation en 1471 et traversant les alpages de la Chaux (Bérard, 1982). Bien que les eaux de ce bisse ne soient plus exploitées depuis 1923, cet ouvrage est à ce jour encore entretenu et fait partie du patrimoine culturel de la région (Genoud, 2008). Ce secteur est depuis la fin des années 1970 fortement impacté par les aménagements liés au développement du domaine skiable de Verbier (Lambiel et Reynard, 2003). Divers travaux de nivellement ont fortement modifié la marge proglaciaire et d'autres formes géomorphologiques en faveur de la construction d'une route et de la piste de ski. Ce terrain est ainsi devenu très accessible, ce qui a favorisé les nombreuses études scientifiques.

Les problématiques de l'aménagement des pistes de ski et du retrait des glaciers ont été étudiées dans ce secteur.

3.2.4. Sarreyer

D'une superficie de 3,61 km², le secteur de Sarreyer constitue le quatrième secteur d'étude. Peuplé de 236 habitants (Commune de Bagnes, 2017b), il s'agit également d'un village agricole ayant la particularité d'être niché à environ 1200 mètres d'altitude sur une pente très importante exposée au sud-ouest (Commune de Bagnes, 2018b). Ce troisième secteur s'étale sur un versant pentu, entre 990 et 2140 mètres d'altitude. Autant dire que la topographie est aujourd'hui peu favorable à une exploitation agricole intensive. Ce secteur a été retenu pour l'étude de la problématique de la déprise agricole. La topographie étant radicalement différente de celle du secteur suivant, il permet de comparer leurs évolutions respectives.

3.2.5. Versegères, Prarreyer et Champsec

Le secteur des villages agricoles de Versegères, Prarreyer et Champsec, de 1,42 km² est le seul à être situé en rive gauche de la Dranse de Bagnes.

Il a la particularité d'être situé sur le cône de déjection le plus important entièrement compris dans la commune de Bagnes et est le sujet de plusieurs études (Genoud, 2008). Ce secteur est délimité par la Dranse de Bagnes dans sa partie aval et par d'importants talus boisés dans sa partie amont. En amont du secteur, le village de Bruson, deuxième station de ski de la commune (Commune de Bagnes, 2018b), est bâti sur une terrasse de kame tardiglaciaire faisant l'objet de nombreux travaux scientifiques (Genoud, 2008). Le cône de déjection reposant en partie sur ce site est contemporain de celui-ci.

Le cône de déjection sur lequel sont bâtis les villages de Versegères et Prarreyer offre une topographie très favorable aux activités agricoles. Seule une partie du village de Champsec se situe sur ce cône délimité par des rebords d'érosion importants dus à des débâcles historiques (Genoud, 2008 ; Corboz, 2015). Ces trois villages ont préservé leur caractère agricole tandis que le cône a vécu un remaniement parcellaire important (Commune de Bagnes, 2018b).

Depuis la fin des années 1960, les villages de Versegères et Prarreyer ont considérablement crû et leurs frontières se sont confondues. Aujourd'hui, dans les statistiques, ces deux villages ne forment plus qu'un seul et même village peuplé de 866 habitants (Commune de Bagnes, 2017b). Le village de Champsec est quant à lui peuplé de 337 habitants. Ce secteur a été retenu afin d'étudier la problématique de la déprise agricole mais également celle de l'urbanisation des villages agricoles.

3.2.6. Verbier

D'une superficie de 7,35 km², le secteur de la station de Verbier est le plus grand des six zones étudiées. Comprenant aujourd'hui 3166 habitants permanents (Commune de Bagnes, 2017b)

mais pouvant accueillir jusqu'à 30'000 habitants durant la saison touristique (Pia, 2016), Verbier est de très loin le village le plus peuplé de la commune. Niché sur un replat à environ 1500 mètres d'altitude, le village connaît un développement exceptionnel depuis les années 1950 (Deslarzes, 1998). Le bâti est aujourd'hui fortement étalé et très peu dense, les résidences secondaires représentant plus de 60% de celui-ci (Pia, 2016). Verbier a aujourd'hui atteint un point de saturation : le bâti a atteint les limites qu'offre le milieu physique et doit impérativement trouver une alternative à son développement (Pia, 2016).

Avec un développement totalement axé sur le tourisme, ce secteur est indispensable dans le cadre de notre analyse. Il s'agit d'un candidat parfait pour l'étude de l'anthropisation d'un paysage de montagne. Ce secteur comprend également Verbier-Village situé juste en aval de la station, avec ses trois quartiers très denses. Ainsi, la problématique de l'urbanisation a été essentiellement étudiée dans ce secteur qui aborde aussi les questions de l'aménagement d'un domaine skiable et de la déprise agricole.

3.3. Le cadre temporel

Comme l'évolution paysagère d'une région est non-linéaire, nous avons déterminé pour chaque secteur quelles ont été les différentes tendances au cours de leur évolution. Le but est de thématiser ces périodes pour pouvoir présenter les changements sur les cartes diachroniques. Cette étape s'est faite en fonction de la disponibilité des cartes topographiques. Si les cartes nationales sont régulièrement mises à jour, les intervalles entre les cartes Siegfried et Dufour sont bien plus importants (Stäuble, Martin et Reynard, 2008).

Pour cela, il a fallu tenir compte de l'histoire récente du Val de Bagnes. En ayant en tête les différents paradigmes et épisodes qui ont marqué la commune au cours de l'histoire, il a été plus facile de déterminer les différentes périodes pour chaque secteur.

Cette étape s'est faite par une observation qualitative des différentes cartes pour chaque secteur. Il a fallu relever les différents rythmes du changement paysager et déterminer les périodes spécifiques propres à chaque secteur.

Le résultat de cette démarche a été représenté sur la figure 8. Sur la grande flèche, on retrouve les événements marquant de l'histoire récente du Val de Bagnes, tels que la construction du barrage de Mauvoisin, le passage en Zone Protégée du Haut Val de Bagnes.

En dessous, nous retrouvons 6 bandes plus fines avec des « années encadrées ». Il s'agit de la date des cartes retenues pour les secteurs et qui ont fait l'objet de l'analyse. Entre ces dates, nous avons attribué des thèmes qui caractérisent la nature des changements entre les dates.

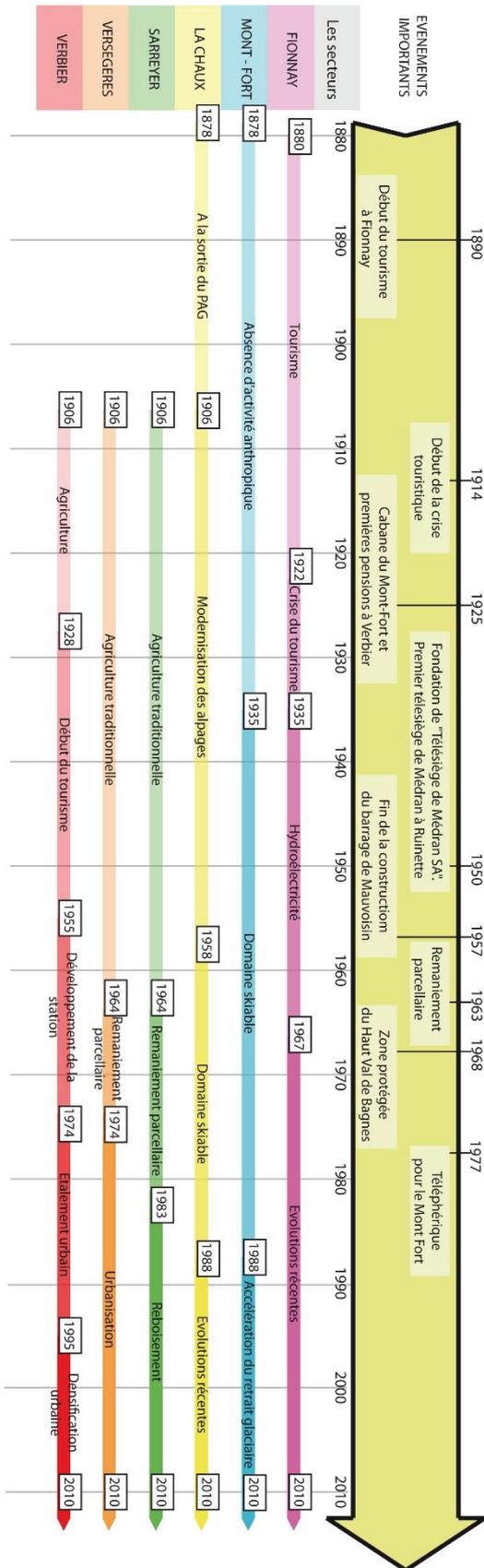


Figure 8: Frise chronologique

Chapitre 4 : Le Val de Bagnes

4. Le Val de Bagnes

Avant de passer à l'analyse du paysage, il est utile de présenter la géographie physique et humaine de la région et de reconstituer l'histoire récente du Val de Bagnes.

4.1. Géographie physique

4.1.1. Le cadre géologique

Les Alpes sont composées d'un empilement de nappes aux origines paléogéographiques différentes fortement déformées par leur orogénèse. Le Val de Bagnes se situe sur trois domaines paléogéographiques : les domaines helvétique, pennique et austroalpin (map.geo.admin.ch (consulté le 05.06.18)).

4.1.1.1. Le domaine helvétique

Le domaine helvétique se situe dans la partie nord de l'arc alpin et représente la marge continentale européenne. En Valais, il occupe essentiellement la rive droite du Rhône (Burri, 1994) et n'affleure que dans la partie la plus en aval du Val de Bagnes. Cette zone se caractérise par des déformations moins importantes que la zone interne (le Pennique). Son socle est essentiellement composé de gneiss et de granites. Sa couverture, qui a subi une déformation bien plus importante, est essentiellement constituée de roches calcaires, de marnes et de roches argileuses attestant la présence d'une mer relativement peu profonde durant toute l'ère secondaire (Burri, 1994). On trouve également des flyschs tertiaires témoins d'avalanches sous-marines dans une fosse (Burri, 1994).

4.1.1.2. Le domaine pennique

Le domaine pennique représente les marges océaniques piémontaises et le continent Briançonnais (Genoud, 2008). Il recouvre le domaine helvétique (marge continentale européenne) qui affleure à l'aval de Vollèges. Ce domaine se subdivise en trois parties, le plus important étant le Pennique moyen.

Le Pennique inférieur

Le domaine du Pennique inférieur ne couvre que la partie nord-ouest de la commune de Bagnes. Il représente l'ancien océan valaisan et est constitué de la nappe de Sion-Courmayeur. Ces roches datent du Crétacé et sont principalement constituées de flysch calcaire, schistes noirs et calcaires bleutés massifs (Richon, Baillifard et Marthaler, 2012).

Dans notre terrain d'étude, seule la partie ouest du secteur de Verbier est comprise dans ce domaine paléogéographique. Il constitue le seul endroit de la commune où l'on trouve du

calcaire (Richon, Baillifard et Marthaler, 2012). La Pierre Avoi, située dans l'extrême nord-ouest de la commune a donné son nom à l'une des unités constituant la nappe de Sion-Courmayeur.

Le Pennique moyen

Le Pennique moyen est le domaine principal du Val de Bagnes et constituait un microcontinent, le microcontinent briançonnais qui séparait l'océan valaisan et l'océan piémontais. Il est formé de plusieurs nappes : la Zone Houillère, la nappe des Pontis, la nappe de Siviez-Mischabel et la nappe du Mont-Fort dont l'assemblage compose la nappe du Grand Saint-Bernard (Escher, 1988). Ces roches proviennent de la chaîne hercynienne (chaîne de montagnes datant du Carbonifère au Permien) et constituent les roches les plus anciennes de notre terrain d'étude.

La Zone Houillère est essentiellement composée de schistes, de grès avec quelques couches de conglomérats et de charbon. Elle est composée de roches carbonifères, permienes et triasiques et constitue un remplissage détritique d'un graben dont le socle a été séparé par les mouvements géologiques (Escher, 1988).

La nappe des Pontis affleure en tant qu'étroite bande discontinue dans la partie frontale de la nappe du Grand St-Bernard (Escher, 1988). Elle affleure dans la partie nord-ouest de la commune de Bagnes de manière très locale. Elle est composée de marbre et de dolomies d'âge triasique, de quartzites permo-triasiques et de socles permo-carbonifères. Paléogéographiquement, cette nappe appartenait aux domaines subbriançonnais interne et briançonnais externe (Escher, 1988).

La nappe de Siviez-Mischabel présente un socle antérieur aux dépôts sédimentaires d'âge mésozoïque. Elle constitue la principale masse de la nappe du Grand Saint-Bernard et composait la plateforme briançonnaise (Escher, 1988). Sa couverture, affleurant à La Chaux, est composé de schistes noirs du Carbonifère et de grès (Richon, Baillifard et Marthaler, 2012 ; Genoud, 2008).

La nappe du Mont-Fort couvre une part importante du Val de Bagnes et toute la partie sud-est du secteur d'étude (Fig. 09). Sa nappe est essentiellement composée de gneiss permo-carbonifères et sa couverture de métasédiments permo-triasiques, de marbres mésozoïques et de brèches calcaires (Escher, 1988). Sa couverture est pratiquement absente dans la commune, n'affleurant que dans le Haut Val de Bagnes (Escher, 1988). Cette nappe disparaît sous le Pennique supérieur en aval du barrage de Mauvoisin et affleure sous la forme d'un anticlinal au milieu du lac de Mauvoisin (Fig. 9). Paléogéographiquement, cette nappe (avec celle du Mont-Rose) appartenait au domaine piémontais externe (Escher, 1988).

Ces roches sont très sensibles à la gélifraction, ce qui explique les très nombreux éboulis autour des parois rocheuses très délitées. Le domaine skiable de Verbier se trouve en partie sur les nappes du Mont-Fort et de Siviez-Mischabel, ce qui a mené à de nombreux aménagements (Lambiel et Reynard, 2003).

Le Pennique supérieur

Ce domaine constitue la croûte océanique piémontaise à la suture de la collision entre les deux continents (Labhart et Decrouez, 1997). Dans le Val de Bagnes, il est caractérisé par l’affleurement de la nappe des Cimes Blanches et celle du Tsaté (Genoud, 2008). Ces nappes sont plus anciennes que celles du Pennique moyen.

La nappe des Cimes Blanches est composée de roches sédimentaires datant du Trias au Crétacé et forme la semelle tectonique de la nappe du Tsaté (Sartori, Gouffon et Marthaler, 2007). D’épaisseur variable, elle affleure de manière discontinue entre la nappe du Mont-Fort et celle du Tsaté au niveau de Mauvoisin et est essentiellement constituée de marbre et de brèches (Sartori, Gouffon et Marthaler, 2007).

La nappe du Tsaté représente le prisme d’accrétion formé par la subduction de la croûte océanique sous la plaque africaine (domaine Austroalpin) à la fin du Crétacé (Marthaler et Stampfi, 1989). Formée de calcschistes et de prasinites, elle affleure dans la partie amont du Val de Bagnes (Genoud, 2008).

Il n’y a pas d’affleurement du Pennique supérieur dans le secteur d’étude.

4.1.1.3. Le domaine Austroalpin

Le domaine Austroalpin correspond à la marge avancée de la plaque lithosphérique africaine (Burri, 1994) qui est représenté par la nappe de la Dent-Blanche dans le Val de Bagnes. Composé de gneiss, de gabbros et de granites, ce socle cristallin est réputé car il comprend la majorité des « 4000 » valaisans (Burri, 1994). Il n’affleure pas dans le terrain d’étude.

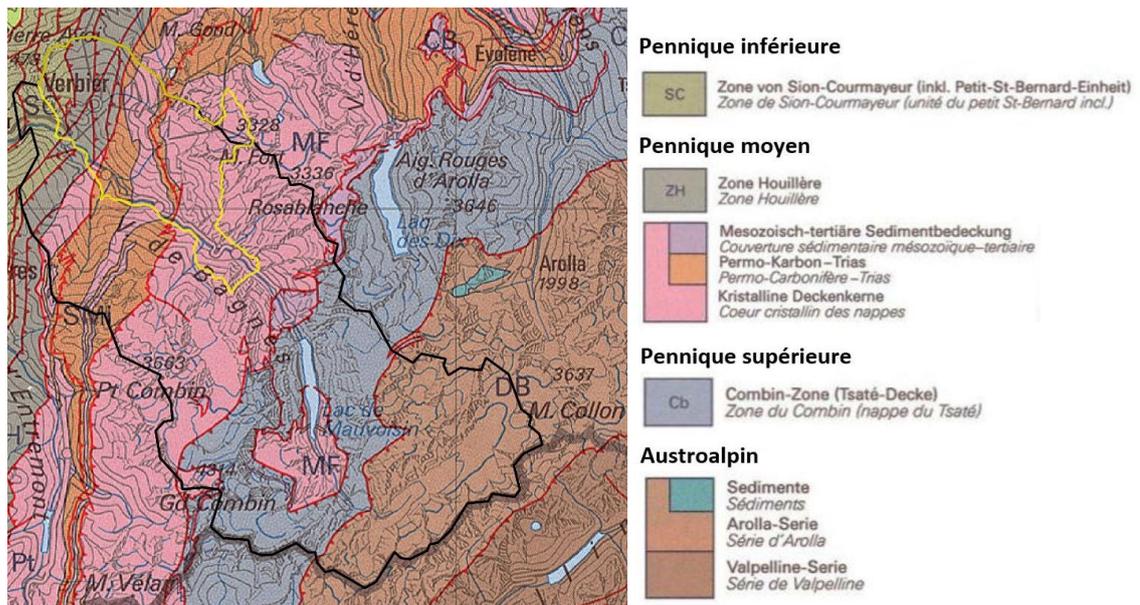


Figure 9: Les domaines affleurant au Val de Bagnes. Le périmètre du secteur d'étude est délimité en jaune. Fond de carte : Carte tectonique de la Suisse au 1 :500000. Source : Office fédéral de topographie, modifié par J. Emery

4.1.2. Le cadre climatique

Pour comprendre la variété des formes géomorphologiques caractérisant le paysage bagnard, il est important de comprendre les conditions et l'histoire climatique de la région.

4.1.2.1. Le climat en Suisse

Le climat en Suisse est très variable car il se situe au carrefour des climats océaniques, continentaux et méditerranéens. La présence des Alpes fait de la Suisse l'une des régions les plus humides d'Europe (Fallot, 2014).

Les hauteurs d'eau moyennes sont très variables d'un endroit à l'autre et dépendent fortement de la topographie (Office fédéral de météorologie et de climatologie MétéoSuisse, 2014a). Les versants constituent les endroits les plus arrosés du pays par effet de barrage et on y relève des hauteurs d'eau pouvant dépasser les 3000mm/an (Fallot, 2014). Les vallées internes sont à l'abri des précipitations venant du nord et du sud, ce qui favorise un climat sec par effet de foehn. Ainsi, le fond de la vallée du Rhône est l'une des zones les plus sèches de Suisse avec des moyennes se situant entre 500 et 600 mm/an (Office fédéral de météorologie et de climatologie MétéoSuisse, 2014a).

Les températures en Suisse dépendent aussi fortement de l'altitude. Selon Bouët (1985), les températures décroissent avec l'altitude en moyenne de 0.46°C tous les 100 mètres jusqu'à 1500 mètres d'altitude, puis de 0.59°C/100 dans la tranche supérieure.

Les régions de montagne se caractérisent par les contrastes thermiques et pluviométriques les plus importants, comme les cartes de la figure 10 l'illustrent et la pluviométrie varie beaucoup d'un massif à l'autre. Par exemple, toutes les Préalpes sont exposées aux perturbations venant de l'Atlantique et se caractérisent par un climat beaucoup plus humide que les sommets valaisans situés à la rive gauche du Rhône.

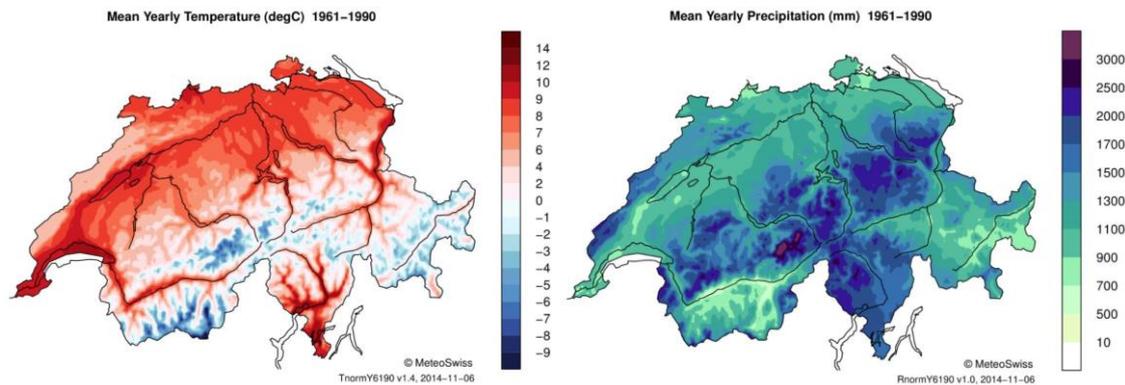


Figure 10: Cartes des moyennes des température et de la somme des précipitations en Suisse de 1961 à 1990.

Source : MétéoSuisse

4.1.2.2. Le climat au Val de Bagnes

Le Val de Bagnes, situé en rive gauche du Rhône se caractérise par un climat sec. Seule la partie sud est exposée aux afflux d'air humide venant de la Méditerranée (eAtlas du Valais (consulté le 05.06.18)). On observe un gradient pluviométrique (mais aussi thermique) de l'aval à l'amont (Tabl. 3,4 et 5).

Les précipitations

En aval du Val de Bagnes, la station de Martigny située à 461 mètres d'altitude reçoit en moyenne 843 mm de précipitations par an, selon la norme de 1961 à 1990 (Office fédéral de météorologie et de climatologie MétéoSuisse, 2014b). La station de Montagnier située à 848 mètres d'altitude reçoit en moyenne 851 mm de précipitations par an. La station de Fionnay située à 1500 mètres d'altitude mesure en moyenne 1152 mm de précipitations par année. La station de Mauvoisin, à 1841 mètres d'altitude a mesuré 1176 mm de précipitations par année sur la période de 1972 à 1993 (Reynard, 1999). Il n'y a pas de station pluviométrique située en amont de Mauvoisin dans la commune de Bagnes pour mesurer la hausse considérable des précipitations à proximité des crêtes sud valaisannes. En revanche, dans le Val d'Entremont (vallée voisine de Bagnes), la station du Col du Grand St-Bernard, située à 2472 mètres d'altitude et bénéficiant des afflux d'air humide en provenance de la Méditerranée mesure des hauteurs d'eau de 2225 mm (Office fédéral de météorologie et de climatologie MétéoSuisse, 2014b). De

ce fait, il été décidé de ne pas tenir compte des mesures de cette station pour le calcul des gradients pluviométriques en fonction de l'altitude (Tabl. 3 et 4).

Tableau 3: Moyennes des précipitations annuelles

Lieu	Période de référence	Altitude (m)	Précipitations annuelles [mm]	Source
Martigny	1961-1990	461	843	MétéoSuisse, 2014b
Montagnier	1961-1990	839	851	MétéoSuisse, 2014b
Fionnay	1961-1990	1500	1152	MétéoSuisse, 2014b
Mauvoisin	1972-1993	1841	1176	Reynard, 1999

Tableau 4: Gradient des précipitations

Tronçon	Déniv. [m]	ΔP [mm]	Gradient P [mm/100 m]
Martigny - Montagnier	378	8	2
Montagnier - Fionnay	661	301	46
Fionnay - Mauvoisin	341	24	7

Les températures

Dans le Val de Bagnes, la température décroît en moyenne de 0,56°C tous les 100 m (Bouët, 1985). De plus, la température est influencée par l'orientation et l'encaissement des vallées qui influencent le bilan radiatif. Les températures moyennes diminuant avec l'altitude, la part des précipitations tombant sous forme de neige tend à augmenter.

Selon Lambiel (2006), l'isotherme du 0°C dans la région du Mont-Gelé se situe à 2300 mètres d'altitude. A 2800 mètres, la température moyenne annuelle est de -2,5°C (Lambiel et Reynard, 2003). Cela a permis la formation de glaciers en altitude, élément très important du paysage bagnard. Au niveau de Mauvoisin, à 1841 mètres d'altitude, il a été mesuré une température moyenne annuelle de 2,9°C (Reynard, 1999). Les températures moyennes annuelles de Verbier, Fionnay, Montagnier et Martigny ont été calculées avec le gradient de Bouët (1985) à partir des mesures effectuées à Mauvoisin. Ainsi, à Verbier, à 1500 mètres d'altitude, nous avons estimé des températures moyennes annuelles de 4.8°C. A Fionnay, à 1490 mètres d'altitude, les températures moyennes annuelles sont estimées à 4.9°C. A Montagnier, à 839 mètres d'altitude les températures moyennes annuelles sont de 7,5°C et de 9,7°C à Martigny, à 461 mètres d'altitude.

Tableau 5: Températures moyennes annuelles mesurées et estimées

Lieu	Altitude	Température annuelle [°C]	Source
Martigny	461	9.7	Gradient de Bouët (1985)
Montagnier	839	7.5	Gradient de Bouët (1985)
Fionnay	1490	4.9	Gradient de Bouët (1985)
Verbier	1500	4.8	Gradient de Bouët (1985)
Mauvoisin	1841	2.9	Reynard (1999)
Région du Mont-Gelé	2300	0	Gradient de Bouët (1985)
Domaine skiable de Verbier	2800	-2.5	Lambiel et Reynard (2003)

4.1.2.3. Le climat d'hier

Le Quaternaire, période géologique en cours qui a commencé il y a 2,5 millions d'années, est marqué par la succession de périodes glaciaires (d'une durée de 40'000 à 100'000 ans) et de périodes interglaciaires (d'une durée de 10'000 à 20'000 ans) (Coutterand et Jouty, 2012). Ces glaciations ont été remarquables dans les Alpes, avec une extension importante des glaciers. Lors de l'apogée de la glaciation du Würm (la dernière glaciation) il y a environ 30'000 ans, les températures moyennes en Europe étaient de 6 à 8°C plus basses qu'aujourd'hui (Coutterand et Jouty, 2012). Le glacier du Rhône s'étalait sur le Plateau Suisse butant sur les flancs du Jura, couvrant les lacs de Neuchâtel et Bienne dans sa partie nord et s'arrêtant au-delà de Genève au sud. Le glacier était alimenté par les glaciers de vallée en Valais. Le glacier de Bagnes recouvrait la totalité du Val de Bagnes et alimentait celui du Rhône au niveau de Martigny (Burri, 1974, p. 135-154, cité dans Genoud, 2008, p.15 - 20).

La période du Tardiglaciaire (il y a entre 18'000 et 11'500 ans) est marquée par un réchauffement du climat voyant le retrait progressif des glaciers. Cette phase est entrecoupée de phases d'avancées qui vont laisser des dépôts glaciaires dans le paysage bagnard comme des moraines ou la terrasse de kame de Bruson il y a 17'000 ans. Le Dryas récent, il y a 12'000 ans, constitue également une phase d'avancée durant le Tardiglaciaire et laissera de nombreux dépôts morainiques (Genoud, 2008).

Un réchauffement important survient il y a 11'500 ans et marque le début de l'Holocène, l'époque géologique en cours. Cette époque correspond au début de la colonisation des Alpes par les hommes et de l'agriculture (Burri, 1974, p. 135-154, cité dans Genoud, 2008, p. 15-20). Cette période est rythmée par des périodes de récession des glaciers et des périodes d'avancée (Joerin, Stocker, Schuechter, 2006).

La dernière période d'avancée des glaciers est celle du Petit Age Glaciaire (PAG). Le Petit Age Glaciaire correspond à une période climatique s'étalant du XIV^e siècle jusqu'au milieu du XIX^e

siècle où les températures moyennes étaient plus froides en Europe et en Amérique du Nord (Coutterand, 2012). Cette période est marquée par trois phases importantes d'avancées des glaciers (dont les maxima sont atteints en 1350, 1600 et 1850), laissant d'imposantes moraines en aval des glaciers.

L'alternance de ces phases de crue et décrue est la cause de nombreuses catastrophes, tel que des débâcles glaciaires. Le Val de Bagnes est connu pour recenser l'une des catastrophes les plus importantes : la débâcle du glacier de Giétro en 1818 (Corboz, 2015). Nullement un événement unique, une débâcle provenant du même glacier ayant déjà détruit la vallée lors de la première avancée maximale du PAG en 1595, faisant 140 morts (Coutterand et Jouty, 2012). Ce phénomène est récurrent dans les Alpes durant le PAG. La débâcle du Giétro de 1818 correspond plus ou moins au maximum de la dernière crue du Petit Age Glaciaire en Europe (Corboz, 2015). Trois ans auparavant, l'éruption volcanique du Tambora en Indonésie provoque une année sans été en Europe en 1816 (Coutterand et Jouty, 2012). Cette période correspond au début de la préoccupation politico-scientifique du changement climatique (Genoud, 2008). Cet événement voit un intérêt grandissant pour la glaciologie. Jean-Pierre Perraudin, originaire de Lourtier émet pour la première fois la théorie des transports des blocs erratiques par les glaciers (Coutterand et Jouty, 2012).

Depuis la fin du Petit Age Glaciaire, les température moyennes globales sont à la hausse voyant le retrait important des glaciers alpins et la remontée de la limite des forêts (Gehrig-Fase, Guisan, Zimmermann, 2007). Ce réchauffement est interrompu par deux phases de refroidissement : une durant les années 1890 à 1920 et l'autre durant les années 1960 à 1980, laissant des moraines localement.

A l'échelle du globe, la température moyenne annuelle a augmenté de 0.7°C durant le XX^e siècle. Mais ce réchauffement n'est ni homogène, ni continu. Le réchauffement est plus important au sein des continents, notamment dans l'hémisphère nord. Le réchauffement en Suisse durant le XX^e siècle a été deux fois plus important que celui du globe et a été encore plus important dans les Alpes (Fig. 11) (Rebetez, 2011).

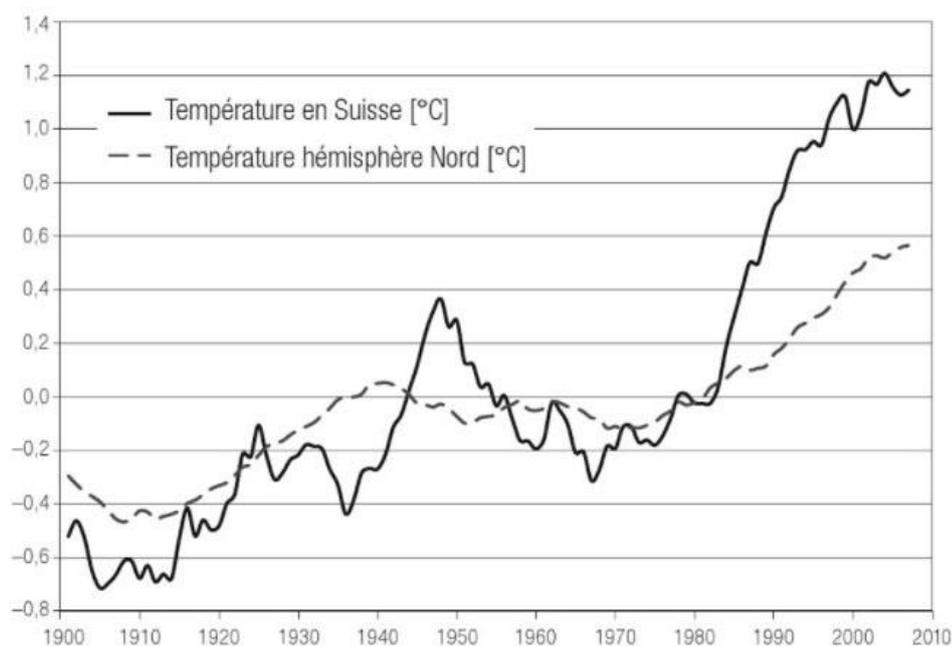


Figure 11: Température mesurée en Suisse et dans l'hémisphère Nord. Source : Rebetez et Reinhard, 2008

4.1.3. Le cadre géomorphologique

Comme nous venons de le voir, l'évolution du climat caractérise fortement le paysage bagnard, dont les formes issues des processus glaciaires dominent le paysage.

Bien que les glaciers se soient fortement retirés depuis la dernière glaciation, il reste encore de multiples glaciers locaux en altitude, les plus grands se situant dans le Haut Val de Bagnes. Ainsi 73 km² de glaciers continuent aujourd'hui à modeler les reliefs (Genoud, 2008). Le système glaciaire de Corbassière, situé sur le Grand-Combin est le plus imposant de la commune de Bagnes (Genoud, 2008). Il englobe la majorité des types de glaciers qu'on retrouve dans l'ensemble du Val de Bagnes. Au sommet, on retrouve un glacier de calotte, tandis que sa partie aval est un imposant glacier de vallée. La partie terminale de la langue évolue en glacier couvert. Sa partie sud-ouest, « le Plateau des Maisons Blanches », évolue en glacier de cirque et alimente la langue en aval après une chute de séracs.

Le glacier de Bagnes, lorsqu'il occupait toute la vallée, a fortement sculpté la vallée en auge glaciaire. Le secteur compris entre Fionnay et Le Tseppi présente particulièrement bien cette structure (Genoud, 2008).

Les différentes phases d'avancée et de stagnation durant le retrait glaciaire ont laissé plusieurs formes glaciaires. On relève ainsi de nombreuses moraines d'âges différents. La terrasse de kame de Bruson est l'une des plus anciennes formes glaciaires de la vallée. Elle a été formée il y a 17'000 ans quand la langue du glacier de Bagnes s'arrêtait au Châble. Il s'agit d'un remplissage

fluvio-glaciaire résultant de la dépression entre le versant et le glacier de Bagnes (Genoud, 2008).

Les gorges impressionnantes creusant le verrou glaciaire en aval de Mauvoisin, bien que dues à des processus fluviaux, ont une origine glaciaire. En effet, elles se sont creusées par les torrents sous-glaciaires quand le verrou était recouvert par le glacier de Bagnes.

Les formes issues de processus fluviaux sont très nombreuses. L'eau étant un puissant agent d'érosion, on trouve de nombreux cônes de déjection créés par les torrents, tels que ceux de Lourtier, de Champsec ou du Cotterg. Les nombreuses débâcles (glaciers de Giétro, de Crête Sèche) ont également laissé d'importantes traces, tels que des rebords d'érosion ou des dépôts de gros blocs. Bien que les débits soient aujourd'hui contrôlés par les humains avec des retenues ou des endiguements, ces processus continuent à sculpter le paysage (Genoud, 2008).

La limite du pergélisol discontinu est établie dans cette région entre 2370 (versants nord-est) et 2650 mètres d'altitude (versants sud) (Lambiel, 1999). Une grande partie du terrain d'étude se situe au-dessus de cette limite et est directement affectée par les processus périglaciaires. On retrouve ainsi de nombreux glaciers rocheux, des éboulis flués ou de sols structurés (comme à La Chaux par exemple). Ces formes sont caractéristiques d'un climat froid, de la présence de pergélisol et de l'action du gel et dégel. Par la nature des roches, les formes issues de processus gravitaires sont très nombreuses dans le terrain d'étude, tels que les voiles et cônes d'éboulis ou les dépôts d'éboulement. L'action des avalanches affecte également certains versants.

Enfin, l'homme joue un rôle important dans la modélisation du paysage, notamment dans ce terrain d'étude. Le développement des infrastructures a été important, notamment à partir de la deuxième moitié du XX^e siècle. On peut ainsi relever le développement urbain, la construction d'un barrage, l'aménagement d'un domaine skiable ou le développement d'infrastructures routières. L'une des plus anciennes formes anthropiques est le bisse du Levron qui déjà au XV^e siècle modifiait l'hydrologie locale.

4.2. La géographie humaine

Si les premières traces de peuplement au Val de Bagnes datent du IV^e millénaire avant Jésus-Christ, il faudra attendre le XIV^e siècle pour avoir les premières preuves écrites de l'existence d'une communauté bagnarde avec une organisation (Commune de Bagnes, 2018a). Néanmoins, la première mention de cette vallée date de 1150. Il s'agit d'un traité d'Humbert III de Savoie

autorisant l'abbé de Saint-Maurice à contrôler le Val de Bagnes et Vollèges (Courthion, 1907). Ce document atteste ainsi la domination qu'exerçait la Savoie sur la vallée durant cette époque.

Suite à la défaite des Savoyards à la bataille de la Planta à Sion en 1475, la commune de Bagnes s'est vu imposer la domination de l'évêque Walter Supersaxo de Sion par les Hauts-Valaisans. Celui-ci profitera des richesses de la région (Courthion, 1893).

Le XVII^e siècle, période de la Contre-Réforme, voit le pouvoir de l'Eglise grandir et la construction de nombreuses chapelles sur l'ensemble du territoire. Cette période est également marquée par plusieurs chasses aux sorciers (Commune de Bagnes, 2018a).

La seigneurie embrassait tout le territoire de Bagnes et de Vollèges qui étaient désignés sous les noms de Bagnes et Octier (Courthion, 1907). Les paysans de Bagnes et de Vollèges se partageaient alors le cône de déjection de Vollèges et la limite était déterminée par les eaux du torrent de Merdenson. Les changements réguliers du tracé du cours d'eau, modifiant les limites, engendraient une certaine animosité entre les riverains. L'évêque de Sion a été appelé comme arbitre et a déterminé la limite selon le tracé du torrent le jour de la saint Jean-Baptiste (Courthion, 1907). Le bisse du Levron fit aussi l'objet de nombreux conflits entre les Bagnards et les Levronnais. Durant le XIV^e siècle, l'eau était devenue rare à Vollèges et il fallut trouver une solution pour pouvoir irriguer les terres. Un bisse a été construit depuis l'alpage de La Chaux pour alimenter les terrains à Levron, son exploitation commença en 1471 (Bérard, 1982). Au cours de l'histoire, les Bagnards ont régulièrement manifesté leur opposition en détruisant le bisse, privant les Levronnais d'eau. Il a fallu attendre que le Valais entre dans la Confédération en 1815 pour voir une solution à ce problème. Le Conseil d'Etat décréta ainsi en 1834 les droits des consorts du Levron sur une partie des eaux de La Chaux à perpétuité (Bérard, 1982).

Les liens entre les communes de Vollèges et de Bagnes sont nombreux au cours de leur histoire. A l'heure actuelle, un projet de fusion entre les deux communes est à l'étude. Cette fusion donnerait aux deux communes un plus grand poids démographique, territorial et économique, renforçant ainsi leur importance auprès des autorités cantonales (Site officiel de la commune de Vollèges (consulté le 05.06.18)).

4.3. Les changements territoriaux récents

4.3.1. L'histoire récente

Le Val de Bagnes est au cours des 130 dernières années passé d'une économie essentiellement agricole à une économie à dominance tertiaire (Bagnes, 1997). Son évolution démographique

suit bien l'évolution économique. Au commencement du XIX^e siècle, la commune vit essentiellement des produits de la terre, la population est en croissance et la pauvreté est rare. Mais étant très axée sur l'agriculture, la commune dépend fortement des caprices de la nature. L'éruption du Tambora en Indonésie a provoqué une année sans été en 1816, ce qui a fortement touché les récoltes du Val de Bagnes. En 1818 survient la débâcle catastrophique du glacier de Giétro (Corboz, 2015). Ces deux événements vont plonger la commune dans la pauvreté. Cela conduira à une chute démographique à partir du milieu du XIX^e siècle qui va durer près d'un siècle (Fig. 12 et Tabl. 6) (Bagnes, 1997).

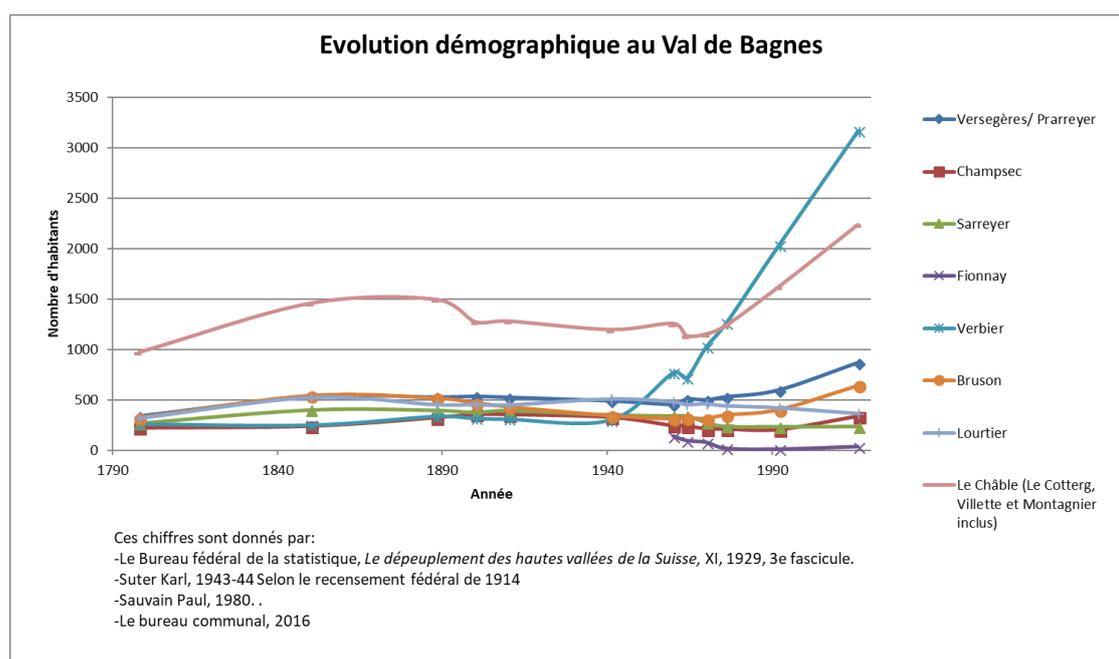


Figure 12: Evolution démographique au Val de Bagnes, population par localité

Tableau 6: Evolution démographique au Val de Bagnes, population par localité

Année/ Localité	Versegères/ Prarreyer	Champsec	Sarreyer	Fionnay	Verbier	Bruson	Lourtier	Le Châble (Le Cotterg, Villette et Montagnier inclus)	Val de Bagnes
1798	338	222	269			263	323	319	2631
1850	531	240	402			252	543	524	4173
1888	525	323	398			339	517	453	4233
1900	533	356	377			318	471	454	4127
1910	523	354	396			311	431	450	4062
1941	488	327	353			302	342	510	3657
1960	454	244	343	140		772	310	482	4237
1964	507	241	343	96		719	319	453	4004
1970	498	214	277	78		1028	314	462	4201
1976	528	212	237	18		1260	349	442	4462
1992	596	206	235	10		2033	402	422	5673
2016	866	337	236	35		3166	642	366	7888

Avec la transition du canton vers la modernité à partir des années 1850, la commune de Bagnes devient moins attractive. La ligne ferroviaire s'ouvre jusqu'à Sion et les céréales produites dans les vallées latérales peinent à trouver un marché. Par conséquent, des paysans devront

concentrer leurs efforts dans l'élevage tandis que d'autres migrent en Amérique. Ainsi, de 1850 à 1950, la population de la vallée décroît légèrement (Bagnes, 1997). A partir des années 1950, avec la construction du barrage de Mauvoisin, la population augmente à nouveau grâce à l'arrivée des ouvriers. Plus tard, dès les années 1960, on observe une émigration importante en direction de Verbier (Deslarzes, 1998 ; Bagnes, 1997).

Ce sera surtout avec le développement touristique de Verbier que les statistiques vont exploser (Bagnes, 1997). La population de Verbier va fortement croître à partir des années 1950 alors que la tendance est inverse pour les autres villages et en particulier à Fionnay qui ne recense plus que 10 habitants en 1992 et 35 en 2016 (Commune de Bagnes, 2017b). Dans les Alpes françaises, le ski commence à se développer durant les années 1920 à 1930. A Verbier, le ski ne se développera qu'à partir des années 1950 (Bagnes, 1977). Ce développement coïncide avec le grand développement du ski en France des années 1960 dû au Plan Neige qui crée des villes-stations uniquement destinées aux sports d'hiver (Amourous, 2000).

En 1963, la décision d'un remaniement parcellaire autour des principaux villages est prise (Bagnes, 1976). Il consiste à regrouper et équiper les parcelles afin de faciliter la production agricole. Cela se traduit également par l'abandon des terrains moins favorables à l'exploitation, favorisant la déprise agricole de ces secteurs. Par conséquent, le reboisement s'entame là où l'exploitation n'est plus rentable. De grands carrés d'exploitation, des systèmes d'irrigation, des routes et des machines vont désormais faire partie du paysage agricole. Les répercussions sociales sont aussi importantes : plus de 2000 propriétés sont touchées et voient leur rachat par de jeunes paysans pour en faire de plus grandes exploitations (Bagnes, 1976). Au niveau des chiffres, l'agriculture fournissait encore 67% des emplois en 1950, contre moins de 2% en 1991 (Stucki, 1991). Suite à ces transformations, l'agriculture ne représente plus une branche économique importante. Elle représente pour la majorité des agriculteurs une activité exercée à temps partiel (Stucki, 1991).

En 1968, en réaction au fort développement touristique dans la région de Verbier et à la déprise agricole (menaçant d'autres secteurs du Val de Bagnes), est initié un programme de sauvegarde du patrimoine, de la nature et du paysage. Cela se traduit par la mise sous protection de 150 km² du Haut Val de Bagnes en 1968 suite à un accord entre la Ligue Suisse de Sauvegarde du Patrimoine, la Ligue Valaisanne de Protection de la Nature et la section Monte-Rosa du Club Alpin Suisse (Bagnes, 1997). Cette réserve vise entre autres à sauvegarder les alpages qui ont progressivement été abandonnés à partir des années 1950 et à ralentir la déprise agricole.

Aujourd'hui, l'économie du Val de Bagnes est très axée sur le tourisme, le domaine skiable ne cesse de s'étendre et de se moderniser et se confronte à des enjeux d'ordre climatique mais aussi socio-économique.

Le Val de Bagnes n'est pas épargné par les impacts liés au changement climatique et certains glaciers tels que celui d'Otemma ou de Corbassière connaissent un recul très important (Dumoulin et Zryd, 2010 ; Bouvier, 2015). De manière générale, tous les glaciers ont reculé et les forêts gagnent de l'altitude. Les hivers connaissent un enneigement moins important, car la proportion des précipitations tombant sous forme de neige a diminué depuis les années 1960. Ce phénomène est particulièrement marqué au printemps et en moyenne altitude (Serquet et al., 2011). Bien que cela varie beaucoup d'une année à l'autre, les domaines skiables doivent de plus en plus faire recours à l'enneigement artificiel (Spandre et al., 2015). Cela est bien visible comme ce fut le cas durant l'hiver 2016-2017, exceptionnellement sec, où les pistes constituaient des tapis blancs au milieu de la verdure et cela jusqu'à près de 2500 mètres d'altitude. On aurait de la peine à croire que la photo de la figure 13, prise par la webcam de Fontanay et présentant une partie du domaine skiable de Verbier comprise entre 2473 à 2733 mètres d'altitude, date du 3 janvier 2017.



Figure 13: Fontanay, le 3 janvier 2017. Source : Site officiel de l'office du tourisme de Verbier/Val de Bagnes, (consulté le 03.01.2017)

4.3.2. Les enjeux actuels

Ainsi le domaine skiable de Verbier est aujourd'hui confronté à de nouveaux enjeux qui ne sont pas étrangers aux autres stations dans les Alpes. En effet, les stations de ski font depuis plus de

deux décennies face à la diminution des fréquentations hivernales (Fig. 14). Alors que la saison de 1993/94 a totalisé près de 34 millions de journées-skieurs, la baisse a été progressive et la saison de 2015/16 n'en a vu « que » 24 millions (Vanat, 2016). Bien que cette diminution ait davantage touché les stations de basse altitude, elle s'observe à toutes les altitudes.

Evolution de la moyenne quinquennale des journées-skieurs (en mio.)

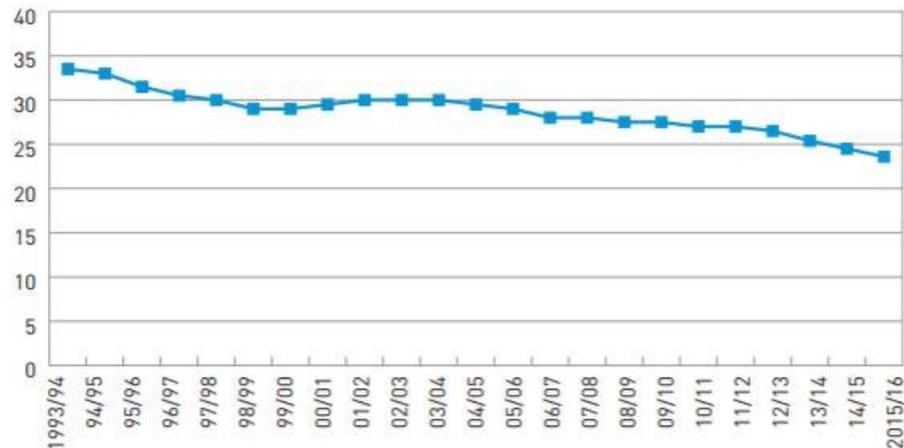


Figure 14: Evolution de la moyenne quinquennale des journées-skieurs (en mio.) en Suisse. Source : Vanat, 2016

Plusieurs raisons expliquent cette diminution. Premièrement, le réchauffement climatique réduit en moyenne la durée des saisons de ski de 8,9 jours par décennie depuis 1970 sur l'ensemble des stations (Klein et al., 2016). La diminution de l'enneigement impacte aussi l'attractivité des stations. De plus, la tradition de la pratique du ski auprès des jeunes (par ex. à l'école) diminue en Suisse. Le prix des forfaits de plus en plus élevé peut lui aussi expliquer le moindre attrait du ski. Enfin, avec le franc fort, la clientèle étrangère a clairement diminué (Vanat, 2016).

Lancé pour la première fois pour la saison de 2016/17 le forfait à 359.- « Magic Pass » a offert la possibilité d'aller skier dans 25 stations Suisse du 1^{er} novembre 2017 au 30 avril 2018. Le but de cette démarche a été de promouvoir le ski, mais elle n'a pas été du goût de certaines stations, et notamment des plus grandes comme Zermatt ou Verbier (Le Temps, 2017).

Le forfait à Verbier est très élevé ; l'abonnement annuel est de 1402 francs pour un adulte et de 825 francs pour un enfant. Néanmoins, durant l'automne 2017, le domaine des 4 Vallées a lancé le « Mont4Card », un abonnement annuel destiné aux moins de 25 ans pour 400.- (site des 4 Vallées (consulté le 11.12.17)). Le domaine de Verbier cherche bien sûr à promouvoir les sports d'hiver, mais également sa saison estivale, avec les nombreuses balades et la pratique du VTT. En plus des sports de montagne, la station de Verbier tend de plus en plus à s'affirmer comme

une ville et propose, avec le Verbier Festival, un festival de musique classique (Pia, 2016), des terrains de golf et des musées (Commune de Bagnes, 2018b). Cependant, le ski reste la réputation première de la ville-station, une image qui pourrait condamner la station si les tendances actuelles se poursuivent.

Cependant, la station de Verbier fait également face à des enjeux urbains. Le développement urbain à Verbier a atteint sa taille critique, la station est confrontée aux limites physiques du territoire et à des problèmes de pollution (Pia, 2016).

Aujourd'hui, la station de Verbier est très étalée et peu dense, la faute à un plan d'aménagement introduit tardivement durant son développement (en 1977) qui favorise l'extension du bâti en se basant sur le modèle du chalet individuel. Il ne reste dès lors que 3% de surfaces à bâtir publiques vides. Mais les parcelles privées sont très nombreuses et les résidences secondaires représentent quant à elles 60% du tissu bâti. Le prix du terrain a complètement explosé et peut atteindre 27'500 CHF/m² (Pia, 2016). Comme le montre la thèse de Pia (2016), ce modèle a ainsi favorisé l'utilisation de la voiture, ce qui se traduit depuis les années 1990 par une augmentation importante des congestions. Les distances sont longues, le réseau piétonnier discontinu et les transports publics sont inefficaces car ils utilisent le même réseau routier complètement saturé. Il est aujourd'hui très difficile d'inciter les gens à utiliser des moyens de mobilité plus propres.

Ainsi, face à cette crise du logement et du transport, les spécialistes veulent étendre le domaine urbain de Verbier vers d'autres localités comme les Mayens de Bruson. Depuis 2013, ces deux localités sont reliées par deux téléphériques via Le Châble et de nombreux projets de lits touristiques sont évoqués (Commune de Bagnes, 2018b). Les Mayens de Bruson sont donc perçus comme un quartier tranquille de Verbier et vont connaître un développement important dans un futur proche. Mais il faut tout de même s'interroger sur la pertinence du projet, car le modèle de développement des Mayens de Bruson est lui aussi basé sur celui du chalet individuel (Pia, 2016).

Chapitre 5 : Analyse cartographique

5. Analyse cartographique

5.1. Fionnay

5.1.1. Tendances

Dernier village en remontant le Val de Bagnes, Fionnay a une histoire tout à fait passionnante. Jusqu'au XIX^e siècle, il ne se distinguait pas des autres villages de la région vivant essentiellement de l'agriculture (Bagnes, 1976). Avec la construction des hôtels du Grand-Combin et Carron en 1889, Fionnay devient la destination touristique la plus importante du Val de Bagnes pendant environ trois décennies avant de subir une période de stagnation à partir des années 1920 (Carron et al., 1983). Dès les années 1950, la construction du barrage de Mauvoisin fait de Fionnay un lieu important pour l'hydroélectricité. En 1968, les alentours de Fionnay entrent dans la zone protégée du Haut Val de Bagnes qui vise entre autres à sauvegarder le patrimoine agricole alors en déclin. Depuis, peu de changements ont été relevés à Fionnay. Les différentes étapes de l'évolution du secteur sont représentées dans la figure 15.

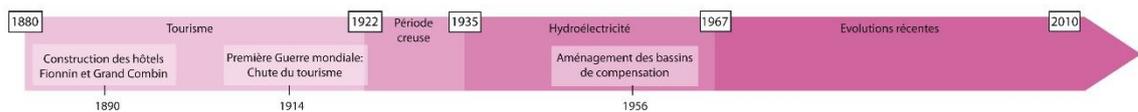


Figure 15: Frise chronologique du secteur de Fionnay

5.1.2. Sources et données utilisées

Tous ces changements ne se sont pas produits sans laisser leur empreinte sur le paysage. Ils ont été analysés en fonction des différentes périodes d'étude correspondant à des paradigmes. Ainsi les cartes topographiques de 1880, 1922, 1935, 1967 et 2010 ont été utilisées dans la réalisation des cartes synchroniques et constituent des moments charnières dans l'histoire de Fionnay. Entre ces années, les cartes diachroniques montrent les changements opérés. La carte de 1880 présente Fionnay à un stade initial, rural, à l'aube du développement touristique. Entre 1880 et 1922 sont étudiés les changements liés au développement touristique. La période de 1922 à 1935 constitue une période creuse de Fionnay. Entre 1935 et 1967 sont présentés les importants changements engendrés par le développement de l'hydroélectricité à Fionnay. Les cartes de 1967 à 2010 présentent les changements récents de Fionnay.

Comme nous l'avons vu au chapitre 2.4, les cartes topographiques de la Confédération présentent toutes les surfaces ouvertes en une classe unique (et ne font pas la distinction entre les alpages, les sols cultivés ou les pelouses alpines). La distinction a pu être faite grâce à la carte « Utilisation simplifiée du sol », aux photographies aériennes disponibles sur map.geo.admin.ch (consulté le 05.06.18), à diverses sources textuelles et aux sorties sur le terrain, qui ont permis de relever de nombreuses informations et de s'entretenir avec des locaux.

5.1.3. Le paysage en 1880

La figure 16 représente la carte de l'Occupation du sol à Fionnay en 1880 restitué grâce aux sources évoquées ci-dessus. Elle présente le "stade initial" de Fionnay à l'aube du développement touristique.

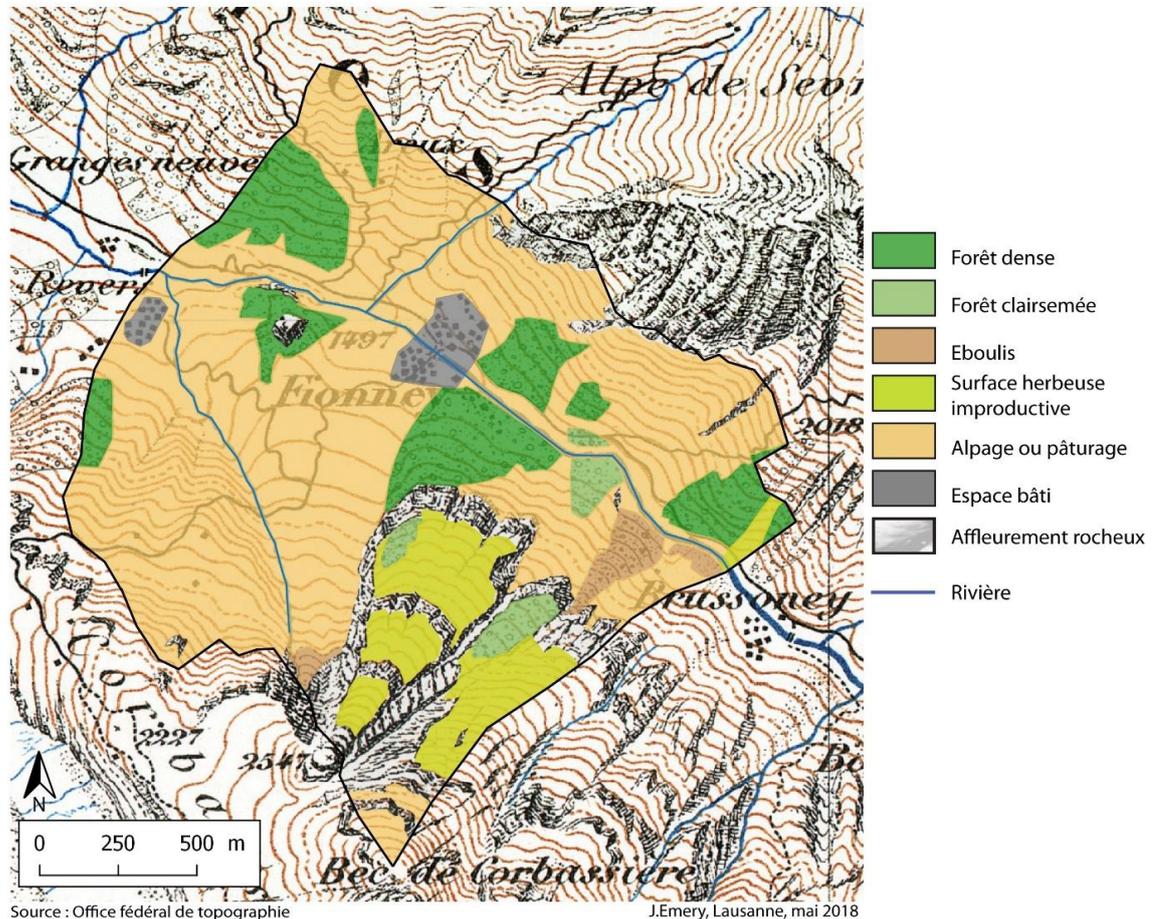


Figure 16: Occupation du sol à Fionnay en 1880

Nous voyons que le terrain est essentiellement occupé par les alpages et pâturages qui représentent 182 hectares sur un total de 210 hectares pour les terres ouvertes. Les 28 hectares restants constituent des surfaces herbeuses situées essentiellement sur le versant du Bec de Corbassière, qui, selon des habitants locaux était inexploité en raison de ses caractéristiques topographiques (pentes supérieures à 45°). Le village de Fionnay est dominé au sud par le Bec de Corbassière sur lequel se trouve l'essentiel des terrains inexploités (affleurement rocheux, éboulis, surfaces herbeuses improductives). Les aires boisées occupent 54,17 hectares et se situent proche de la vallée. Les forêts denses se situent essentiellement en dessous de 1700 mètres d'altitude et de 2000 mètres pour les forêts clairsemées. Les espaces bâtis sont également situés au fond de la vallée avec le village de Fionnay au milieu de la carte et Le Mayen du Revers à l'ouest. Il n'y avait pas de route carrossable sur l'ensemble du secteur.

A cette époque, Fionnay n'est qu'un « simple village » de montagne dont le fonctionnement est basé sur une économie agro-pastorale traditionnelle. Bien qu'un premier hôtel ait été construit en 1862 (Carron et al., 1983), il faudra attendre les années 1890 pour que le secteur connaisse un développement touristique important.

5.1.4. Les changements paysagers

Dans cette partie de l'analyse, il a été décidé de grouper les aires de forêts denses et de forêts clairsemées en une seule catégorie : Forêt. En effet, la distinction entre les forêts denses et les forêts clairsemées est ambiguë lors du passage de la carte Siegfried à la carte nationale. Certaines aires boisées sont ainsi passées plusieurs fois d'une catégorie à l'autre selon les cartes.

1880 – 1922 : le développement touristique

Les changements observés

Peu de changements ont lieu entre 1880 et 1922 (Tabl. 7). Les plus importants concernent la diminution des surfaces herbeuses de 5,8 hectares au profit des espaces bâtis et des forêts. Les espaces bâtis ont augmenté à Fionnay et diminué au Mayen du Revers, ce qui s'est traduit par un gain de 1,4 hectares des espaces bâtis. Les forêts ont diminué de 3 hectares essentiellement au nord de Fionnay. Durant cette période, nous pouvons également noter l'apparition d'un lac de 0,26 hectares au nord de Fionnay.

Tableau 7: Matrice de transition 1880 - 1922

		1922						
	Surface (ha)	Forêt	Aire hydrologique	Surface bâtie	Eboulis	Surface herbeuse	Affleurement rocheux	Total 1880
1880	Forêt	43.17	0	0.47	0	5.24	1.42	50.3
	Aire hydrologique	0	0	0	0	0	0	0
	Surface bâtie	0.99	0.08	6.05	0	0	0	7.1
	Eboulis	0	0	0	5.62	0.53	0	6.1
	Surface herbeuse	9.64	0.26	1.94	0.14	193	5.32	210.3
	Affleurement rocheux	0	0	0	0.14	5.73	31.46	36.8
	Total 1922	53.3	0.3	8.5	5.9	204.5	38.2	
	Changement (ha)	3	0.3	1.4	-0.2	-5.8	1.4	
	Changement (%)	5.96	100	19.71	-3.28	-2.76	3.8	

Une partie de ces changements est liée aux distorsions importantes des cartes anciennes. Ces valeurs ne sont ainsi pas à considérer à la décimale près mais permettent plutôt de donner une bonne idée de l'ampleur des changements qu'il y a eu entre deux dates. Par exemple, aucun événement tectonique ou éboulement majeur n'a été recensé durant cette période ; il est ainsi peu probable que 1,42 hectares de forêts soient devenus des affleurements rocheux. Ce changement est à attribuer à la cartographie.

Explication des changements

Durant cette période, Fionnay devient une destination touristique très importante du Val de Bagnes. Cet engouement correspond au début de l'alpinisme, voyant les touristes anglais partir

à la conquête des sommets. Le Club Alpin Suisse est fondé en 1863 et les paysans valaisans deviennent les premiers guides (Carron et al., 1983). Au Val de Bagnes, le Pleureur et surtout le majestueux Grand Combin deviennent les sommets de prédilection pour les conquêtes anglaises (Carron et al., 1983) attirant autant des alpinistes que des artistes. La première ascension du Grand Combin (le sommet le plus élevé du Val de Bagnes) est effectuée le 20 juillet 1858 par des guides de la région (Carron et al., 1983). S'en suivront, et cela jusqu'en 1890, les ascensions de tous les sommets de la commune. Nombre de ces aventures ont pour point de départ Fionnay.

En réponse à cette demande touristique, l'industrie hôtelière va se développer de manière importante à Fionnay. La pension Chanrion est construite en 1880 (Bagnes, 1976), puis les hôtels Fionnin et Grand Combin sont ouverts en 1890. L'Hôtel des Alpes apparaît dans le registre en 1898 (Carron et al., 1983). En 1900, les touristes anglais sont nombreux et le village peut héberger confortablement jusqu'à 250 personnes (Bagnes, 1976). Un court de tennis est également aménagé durant cette période (Bagnes, 2000) et la Chapelle de Fionnay est construite en 1903. En plus des hôtels et pensions, on recense à Fionnay une cinquantaine de chalets (Carron et al., 1983). Toutes ces constructions expliquent l'augmentation de la taille du village (Fig. 17). Toujours pour améliorer l'offre touristique, les eaux du torrent de Sovereu sont détournées pour aménager une cascade et un lac d'agrément en 1890 juste au nord de Fionnay (Carron et al., 1983).

En 1891, la création d'un jardin alpin à Fionnay est évoquée pour attirer les touristes (Carron et al., 1983), mais ce projet n'aboutit pas. Le reboisement observé au nord de Fionnay est attribué à une diminution des activités agricoles consécutivement à l'exode rural caractérisant la commune durant cette période (Fig. 18). Par conséquent, la diminution de la taille du Mayen de Revers est attribuée à la même cause. Le déboisement au nord du terrain d'étude est attribué aux processus gravitaires. En effet, selon les cartes interactives de l'aménagement du territoire au Val de Bagnes, cette zone est exposée aux avalanches, chutes de blocs et éboulements.

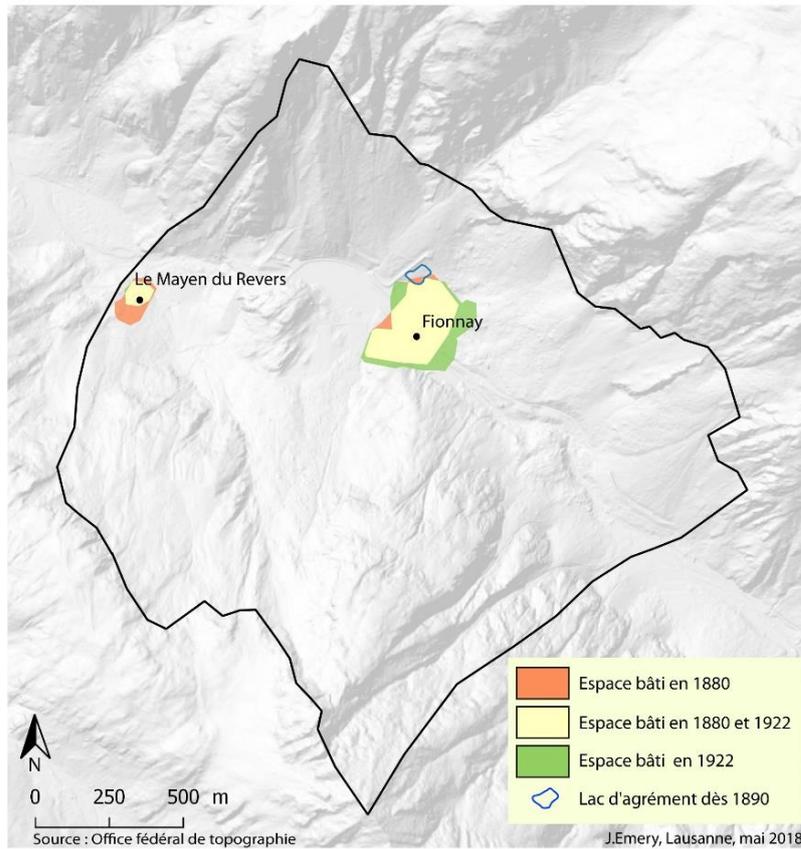


Figure 17: Evolution des espaces bâtis à Fionnay de 1880 à 1922

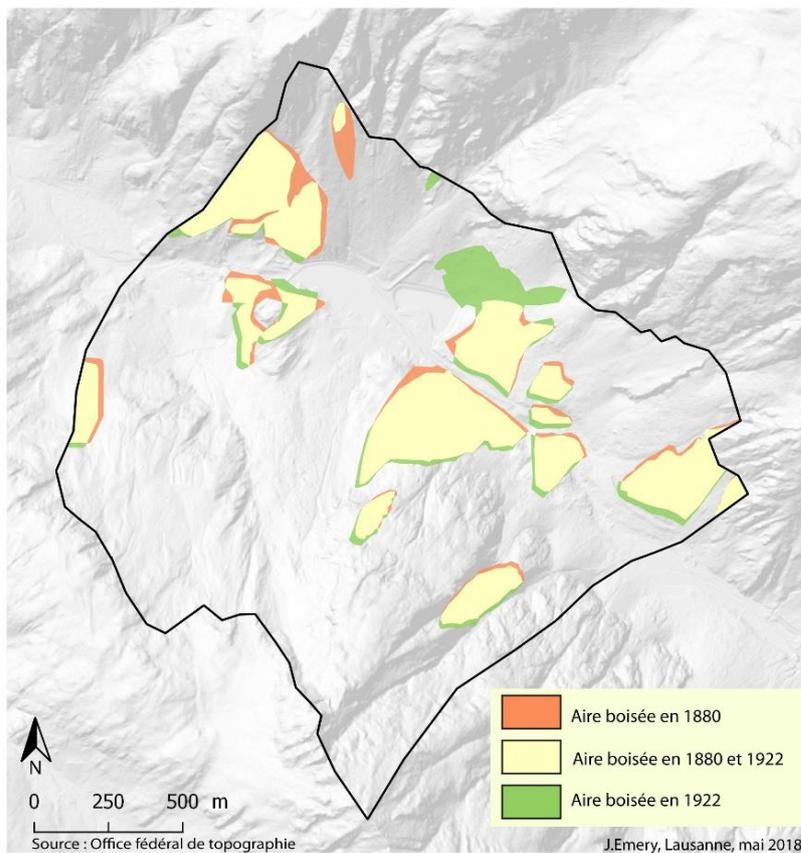


Figure 18: Evolution des aires boisées à Fionnay de 1880 à 1922

1922– 1935 : Période creuse

Changements observés

De 1922 à 1935, les changements sont pratiquement nuls sur le terrain d'étude (Tabl. 8).

Tableau 8: Matrice de transition de 1922 à 1935

		1935						
	Surface (ha)	Forêt	Aire hydrologique	Surface bâtie	Eboulis	Surface herbeuse	Affleurement rocheux	Total 1922
1922	Forêt	48.9	0	0.1	0	3.3	1.1	53.3
	Aire hydrologique	0	0.3	0	0	0	0	0.3
	Surface bâtie	0	0	7.9	0	0.5	0	8.5
	Eboulis	0	0	0	5.4	0.5	0	5.9
	Surface herbeuse	1.9	0	1.1	0	200.9	0.5	204.5
	Affleurement rocheux	0.9	0	0	0	1.2	36.3	38.2
	Total 1935	51.7	0.3	9.0	5.4	206.4	37.9	
	Changement (ha)	-1.6	0	0.5	-0.5	1.9	-0.3	
	Changement (%)	-3	0	5.88	-8.47	0.93	-0.78	

Explication des changements

Tous les changements sont visibles sur la carte de l'évolution des surfaces herbeuses de 1922 à 1935 (Fig. 19). Nous observons une augmentation de 1,9 hectares des surfaces herbeuses et de 0,5 hectare des surfaces bâties. En contrepartie la forêt a reculé de 1,6 hectares. Au centre de la carte, nous observons deux endroits où les surfaces herbeuses ont reculé. Au nord, cette perte est liée à une augmentation des surfaces bâties. En bas, au pied du Bec de Corbassière, cette perte est liée au reboisement. Les différentes zones où les surfaces herbeuses ont avancé sont parsemées sur le terrain et mettent en avant les zones qui se sont déboisées.

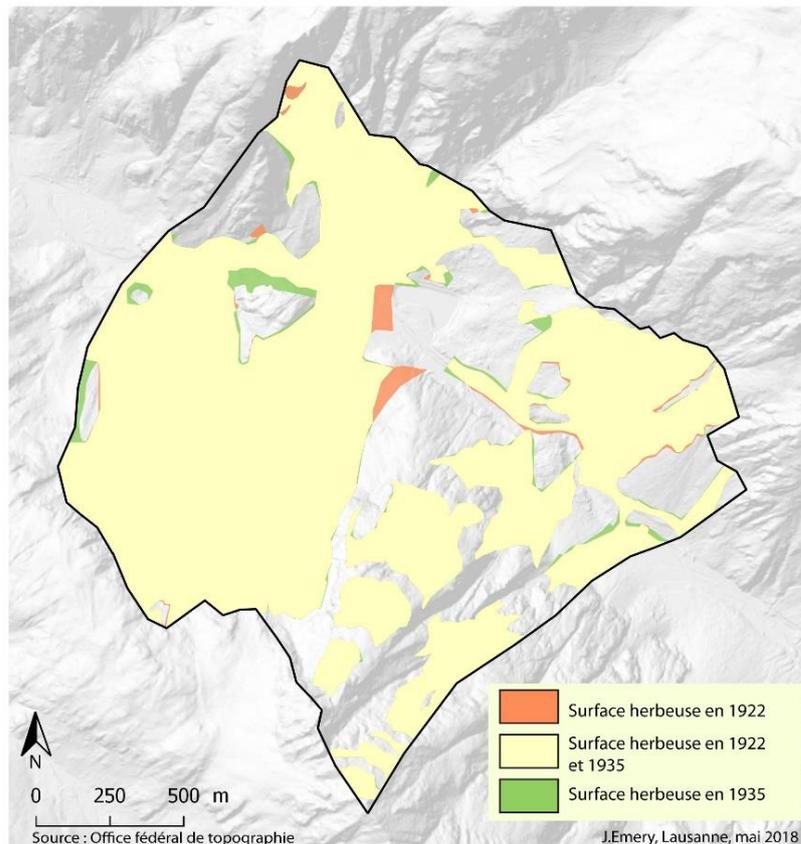


Figure 19: Evolution des surfaces herbeuses à Fionnay de 1922 à 1935

Explication des changements

Après trois décennies glorieuses, le développement touristique s'arrête brutalement en raison du déclenchement de la Première Guerre Mondiale, puis de la crise économique des années 1930 (Bagnes, 1976). Cette période correspond donc à une période de stagnation à Fionnay et explique la faible ampleur des changements. Certaines innovations ont tout de même été apportées durant cette période de crise. Une route communale a été construite jusqu'à Fionnay durant les années 1930 (Deslarzes, 1998). L'augmentation des espaces bâtis à Fionnay s'explique par la construction d'une usine hydroélectrique en 1926 par les sociétés des hôteliers de Fionnay (Commune de Bagnes, 2013) et d'un garage en 1931 qui sera détruit par une avalanche en 1944 (Carron et al., 1983).

1935 – 1967 : L'industrie hydroélectrique

Changements observés

D'après la matrice de transition (Tabl. 9), le paysage a profondément changé durant cette période, les changements touchant toutes les classes d'occupation du sol.

Tableau 9: Matrice de transition de 1935 à 1967

		1967						
	Surface (ha)	Forêt	Aire hydrologique	Surface bâtie	Eboulis	Surface herbeuse	Affleurement rocheux	Total 1935
1935	Forêt	29.3	0	0.3	1.5	16.7	3.7	51.7
	Aire hydrologique	0	0	0	0	0.3	0	0.3
	Surface bâtie	1.1	2	3.6	0	2.5	0	9.0
	Eboulis	0.7	0	0	0.2	4	0.5	5.4
	Surface herbeuse	63.6	2.7	0.5	16.2	110.3	13.1	206.4
	Affleurement rocheux	8.3	0	0	2.4	13	14.6	37.9
Total 1967		103.0	4.6	4.4	20.2	146.5	31.9	
Changement (ha)		51.4	4.3	-4.6	14.8	-59.9	-6	
Changement (%)		99.4	1433.3	-51.11	274.1	-29	-15.8	

Le reboisement a été très important durant cette période avec une augmentation de 51,4 hectares des aires de forêts (Fig. 20). Bien que ce phénomène ait touché l'ensemble du secteur, il s'est essentiellement opéré en rive gauche de la Dranse de Bagnes, orientée au nord, au détriment des surfaces herbeuses. Les surfaces herbeuses ont ainsi diminué de 59,9 hectares. Sur les versants, les aires d'éboulis ont également augmenté de manière importante.

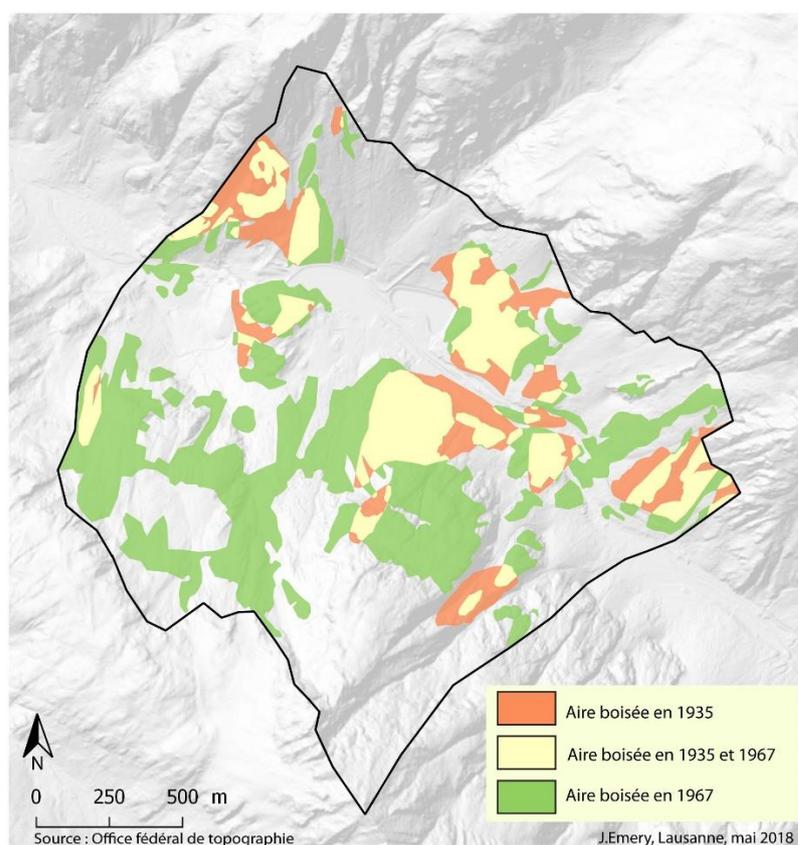


Figure 20: Evolution des aires boisées à Fionnay de 1935 à 1967

Au fond de la vallée, nous constatons une augmentation de 1433% des aires hydrologiques (Fig. 21) au détriment des espaces bâtis qui ont perdu 4,6 hectares (ce qui correspond à une diminution de 51% depuis 1935).

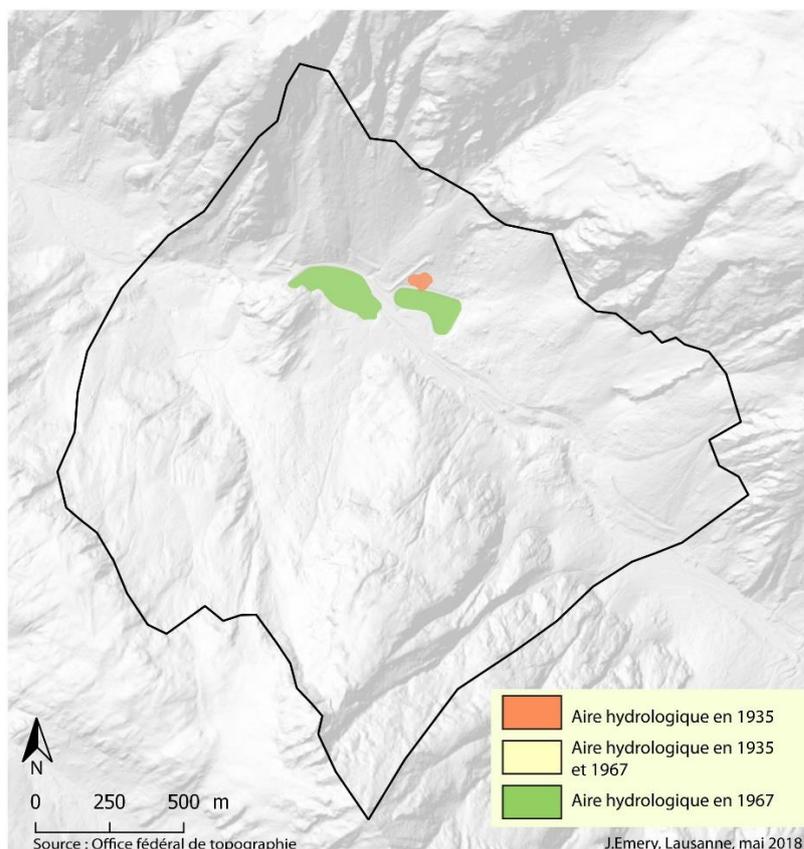


Figure 21: Evolution des aires hydrologiques à Fionnay de 1935 à 1967

Explication des changements

Les bassins de compensation

Le 29 décembre 1950, la décision a été prise de construire un barrage à Mauvoisin (Bagnes, 2000). Les terrains dans le village de Fionnay ont été vendus aux sociétés hydroélectriques de Mauvoisin et de la Grande-Dixence. De nombreux établissements ont été détruits durant les années 1950 - 1960 pour aménager deux importants bassins de compensation (Carron et al., 1983). Le barrage de Mauvoisin est inauguré le 29 décembre 1958 (Bagnes, 2000). Cet épisode explique la diminution importante des surfaces bâties à Fionnay au profit des aires hydrologiques. L'air sise à l'est, de couleur crémeuse, appartient aux Forces Motrices de Mauvoisin et l'aire sise à l'ouest, bleu foncé, à la Société Grande Dixence S.A (Carron et al., 1983). Liées aux aménagements hydroélectriques, de nombreuses lignes à haute tension ornent le paysage. D'importantes galeries (non cartographiées) ont également été creusées pour le transport de l'eau.

Or, il faut nuancer l'ampleur des changements. Si la construction du bassin de rétention de Mauvoisin a nécessité la destruction de plusieurs bâtiments (Carron et al., 1983), celle du bassin de rétention de la Grande Dixence s'est faite sur des surfaces herbeuses. En plus la construction du bassin de Mauvoisin s'est faite sur l'emplacement de l'ancien lac (Fig. 22) et non à côté

comme le montre la figure 21. Enfin, comme nous l'avons vu dans le chapitre 2.4, la taille des surfaces bâties est exagérée sur les cartes Siegfried, il faut donc nuancer la diminution des espaces bâtis présentée par les statistiques entre 1935 à 1967. Nous pouvons vérifier cela en faisant recours à la carte nationale au 1:50'000 de 1946 présentant la région avant la constructions des bassins (Fig. 22).

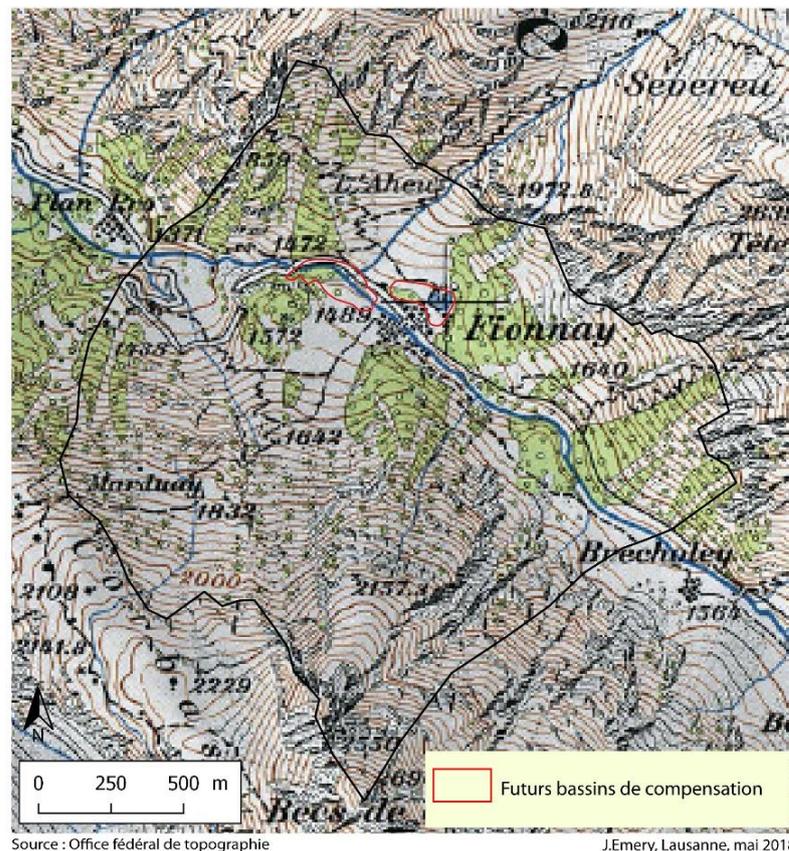


Figure 22: Les lacs de Fionnay

Néanmoins, de nombreux bâtiments importants ont été démolis par les Forces Motrice de Mauvoisin. Nous pouvons relever la pension Panossière construite en 1893, détruite en 1959 (Carron et al., 1983). L'usine électrique construite en 1926 a également été démolie pour céder sa place au bassin de compensation des Forces Motrices de Mauvoisin en 1956 (Carron et al., 1983).

La déprise agricole

La construction du barrage de Mauvoisin coïncidant avec le développement touristique à Verbier a engendré des changements profonds sur l'ensemble de la vallée. En plus de mettre fin à la baisse démographique, cet événement a favorisé la déprise agricole et le reboisement des anciennes exploitations. Même si le secteur n'a pas directement été concerné, un remaniement parcellaire de la vallée est décidé en 1963 (Bagnes, 1976). Cet événement va encourager les

exploitations agricoles sur des aires plus favorables, et, il va en parallèle accentuer leur abandon sur les terrains escarpés (Bagnes, 1976). Les pentes raides de Fionnay connaissent durant cette période un reboisement important (Fig. 23).

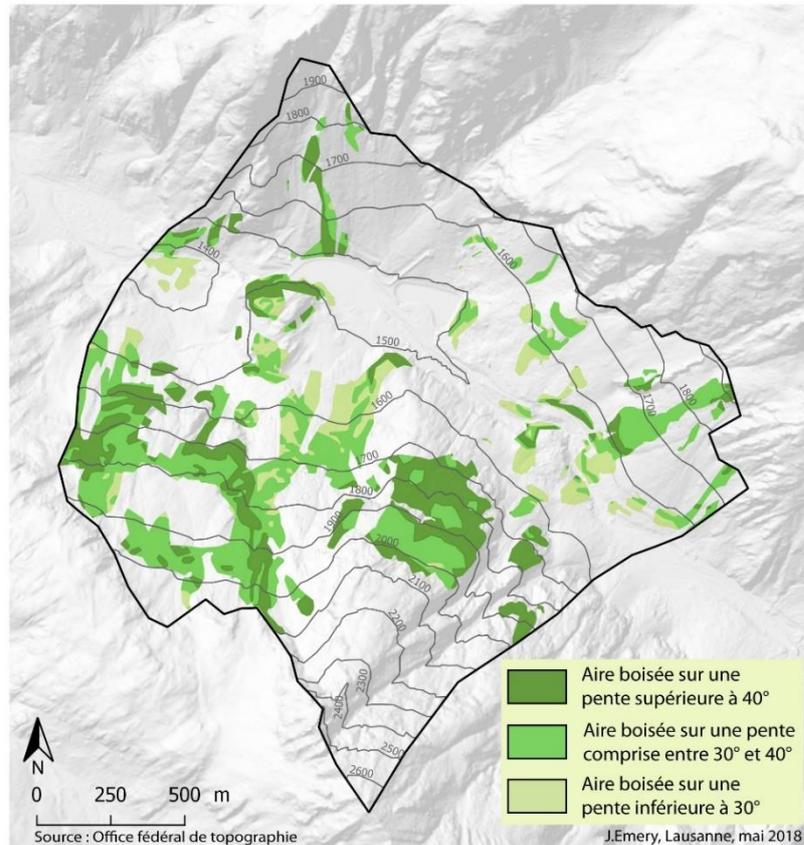


Figure 23: Aires boisées apparues à Fionnay entre 1935 et 1967 en fonction de la pente et de l'altitude

Nouveaux éboulis ou changement cartographique ?

Comme nous l'avons vu, les différences entre la carte Siegfried et la carte nationale affectent la taille des objets, leur localisation et leur forme. Cela est visible sur la carte diachronique de l'évolution des espaces bâtis où nous voyons que le Mayen de Revers s'est « déplacé » en direction de l'est (Fig. 24). Il en est de même pour les affleurements rocheux qui semblent s'être déplacés d'une centaine de mètres ou ont changé de forme. Ces erreurs sont bien sûr cartographiques. Les aires d'éboulis ont pratiquement quadruplé au cours de ces trois décennies. De nombreux éboulis apparaissent sur d'anciens espaces végétalisés, ce qui dans un premier temps fait porter à croire à des erreurs cartographiques.

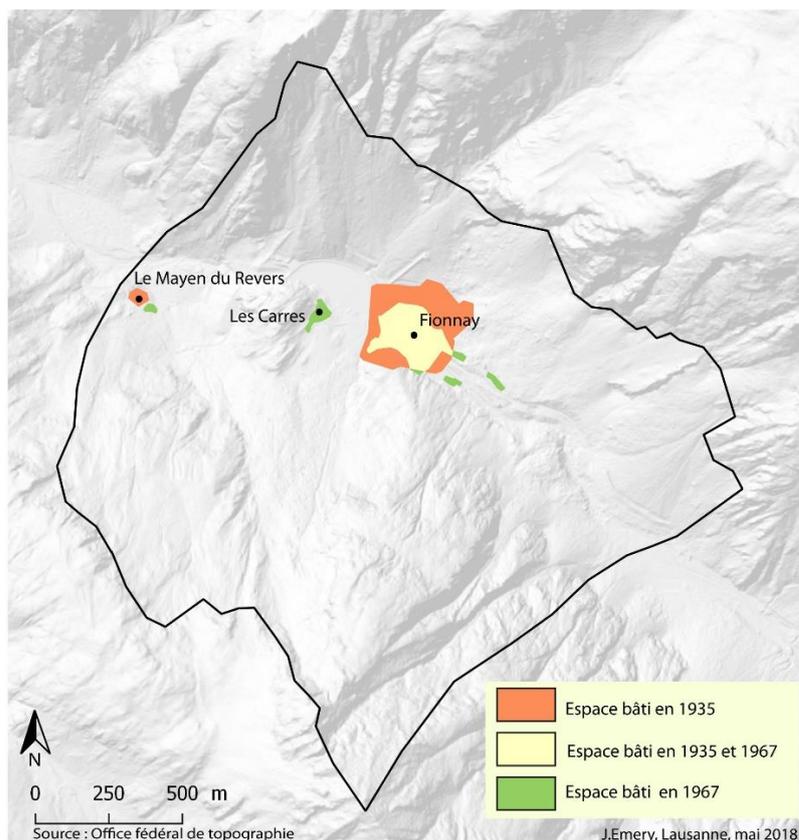


Figure 24: Evolution des espaces bâtis à Fionnay de 1935 à 1967

Après des recherches, il s'avère que le 13 mai 1943 un pan rocheux s'est écroulé en rive gauche de la Dranse. Bien que la partie aval de cet éboulis se soit en partie végétalisée, les traces sont encore visibles aujourd'hui, avec la présence de nombreux blocs jusqu'au bas de la vallée (Fig. 25). La niche d'arrachement a pu être localisée entre les lieux dit "I gran tsanton" et "O croeu de bëca". Les dépôts dévalent le long du cône de déjection entre "Intrëmyë et "a Dzeu di teùbë" (Bagnes, 2000). Cet effondrement explique l'apparition de 5,1 hectares d'éboulis supplémentaire.

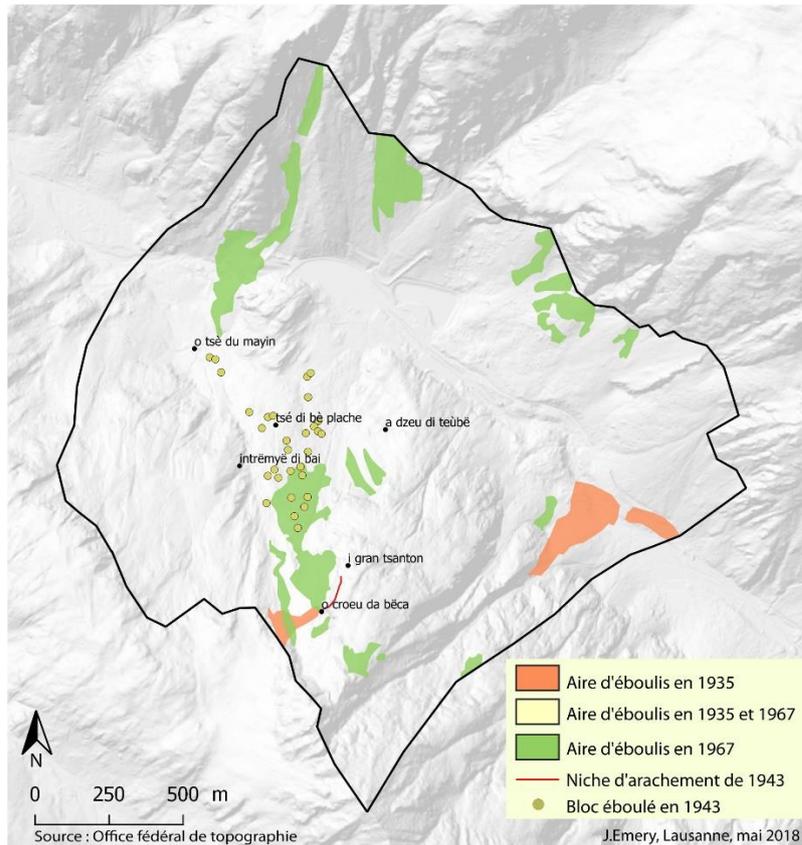


Figure 25: Evolution des aires d'éboulis à Fionnay de 1935 à 1967

Trois hectares d'éboulis sont également apparus durant cette période à l'aval du bassin de la Grande Dixence. Il s'agit de déblais du tunnel dus aux aménagements hydroélectriques de la Grande Dixence. En comparant les deux photos (Fig. 26), on aperçoit clairement l'apparition du « nouvel éboulis ».



Figure 26: Images aériennes N° 19350340060791 du 6 juillet 1935 et N°19619991439622 du 18 août 1961. Disponibles sur map.geo.admin.ch (consulté le 05.06.18). Source : Office fédéral de topographie

L'explication de l'apparition des éboulis restants est cartographique. En superposant la couche des éboulis de 1967 aux images aériennes de 1935 à aujourd'hui, nous avons pu constater que les nouvelles aires d'éboulis sont des éboulis végétalisés. Cela prouve que certains changements du paysage sont uniquement liés à l'interprétation du cartographe. Ces éboulis végétalisés ont été cartographiés en tant qu'espaces végétalisés sur la carte Siegfried et en tant qu'éboulis sur les cartes nationales. Cela signifie qu'il y a eu moins de changements que ce que les cartes diachroniques et synchroniques montrent et que le paysage a une apparence moins minérale que ce que les cartes nationales montrent. La figure 27 représente les différentes aires d'éboulis de 1935, 1967 et 2010 sur une orthophoto de 2016.

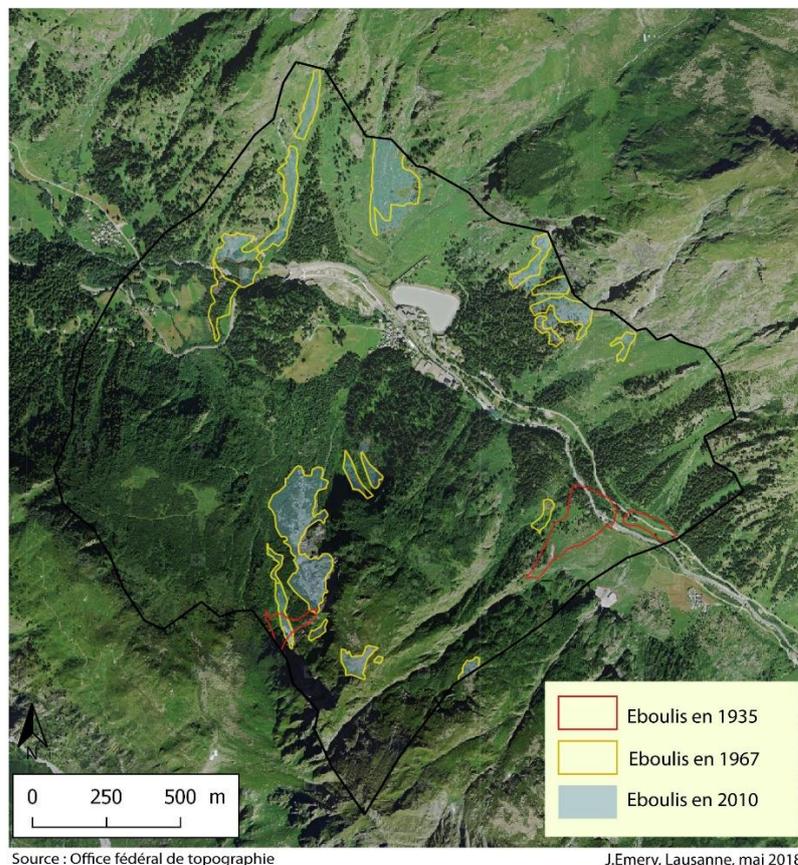


Figure 27: Localisation des éboulis à Fionnay au cours du temps

1967 – 2010 : Le reboisement

Changements observés

Les changements survenus durant la période de 1967 à 2010 sont nettement moins importants que ceux de la période précédente (Tabl. 10).

Tableau 10: Matrice de transition 1967 - 2010

	Surface (ha)	2010					Total 1967	
		Forêt	Aire hydrologique	Surface bâtie	Eboulis	Surface herbeuse		Affleurement rocheux
1967	Forêt	93.7	0	0	0.5	8.4	0.4	103
	Aire hydrologique	0	4.6	0	0	0	0	4.6
	Surface bâtie	0	0	4.2	0	0.2	0	4.4
	Eboulis	1.8	0	0	16.8	1.5	0.1	20.2
	Surface herbeuse	32.8	0	0.2	1.3	110.6	1.6	146.2
	Affleurement rocheux	0.4	0	0	0.1	0.2	31.3	31.9
	Total 2010	128.6	4.6	4.5	18.7	120.7	33.5	
	Changement (ha)	25.6	0	0.1	-1.5	-25.5	1.6	
	Changement (%)	24.9	0	2.27	-7.4	-17.4	5	

Les aires de forêts ont gagné 25,6 hectares, essentiellement sur les pentes du Bec de Corbassière. Cette augmentation s’est faite au détriment des surfaces herbeuses et des éboulis qui sont respectivement passés de 146,2 à 120,7 hectares et de 20,2 à 18,7 hectares. Les surfaces bâties et hydrologiques n’ont pas du tout évolué durant cette période. L’essentiel des changements sont visibles sur la carte détaillée du reboisement (Fig. 28). A la fin de cette période, la classe des aires boisées devient la catégorie d’usage du sol dominant de Fionnay, totalisant 128,6 hectares.

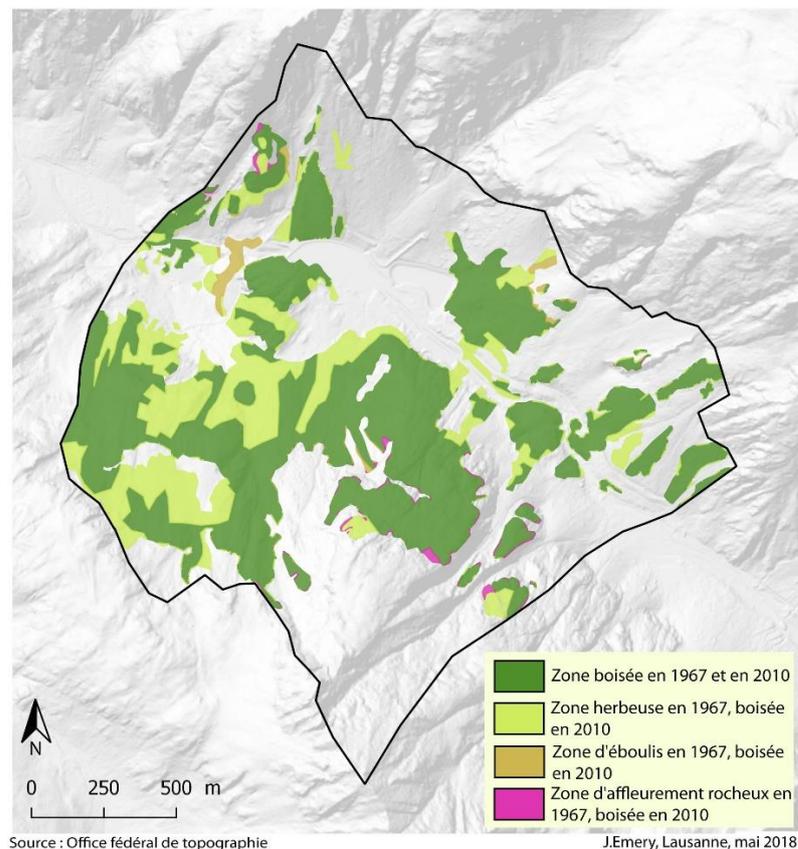


Figure 28: Reboisement à Fionnay de 1967 à 2010

Explication des changements

Le reboisement observé durant cette période s'inscrit dans la continuité de la période précédente, répondant à la déprise agricole. Comme la zone était déjà bien boisée en 1967, l'avancée de la forêt est moins importante durant cette période que de 1935 à 1967. En 2010, la majorité des pentes en dessous de 2000 mètres d'altitude est boisée.

L'éboulis anthropique en aval du bassin de rétention de la Grande-Dixence s'est également reboisé. Le reboisement s'est effectué rapidement car l'éboulis n'est pas alimenté par les processus gravitaires. En observant les images aériennes de 1964 à 1999, nous avons constaté que le reboisement a été progressif. L'hypothèse d'un reboisement d'origine anthropique pour compenser l'atteinte que le remblai a porté au paysage peut être écartée.

5.1.5. Synthèse

Les changements sur 130 ans

Les changements ont été extrêmement importants au cours des 130 ans étudiés (Tabl. 11). Les forêts ont plus que doublé de surface, devenant la catégorie principale de l'occupation du sol au détriment des surfaces herbeuses. Alors qu'on ne relevait pas d'espace hydrologique il y a 130 ans, le sol est aujourd'hui occupé par 4,6 hectares d'eau. Les aires d'éboulis ont également augmenté tandis que les espaces bâtis ont diminué.

Tableau 11: Matrice de transition 1880 – 2010

	Surface (ha)	2010						Total 1880
		Forêt	Aire hydrologique	Surface bâtie	Eboulis	Surface herbeuse	Affleurement rocheux	
1880	Forêt	30.4	0	0.5	1.7	13.9	3.8	50.3
	Aire hydrologique	0	0	0	0	0	0	0
	Surface bâtie	0.6	1.5	3.1	0	1.9	0	7.1
	Eboulis	0.5	0	0	0.3	4.9	0.5	6.1
	Surface herbeuse	89.9	3.1	1	14.5	88.4	13.4	210.3
	Affleurement rocheux	7.3	0	0	2.2	11.6	15.7	36.8
	Total 2010	128.6	4.6	4.5	18.7	120.7	33.5	
	Changement (ha)	78.3	4.6	-2.6	12.6	-89.6	-3.3	
	Changement (%)	155.7	100	-36.6	206.5	-42.6	-9	

Le paysage à Fionnay a drastiquement changé entre la fin du XIX^e siècle et aujourd'hui. Alors que le secteur était caractérisé par un paysage typique de montagne avec les alpages et ses mayens, l'apparence est aujourd'hui totalement différente (Fig. 29).

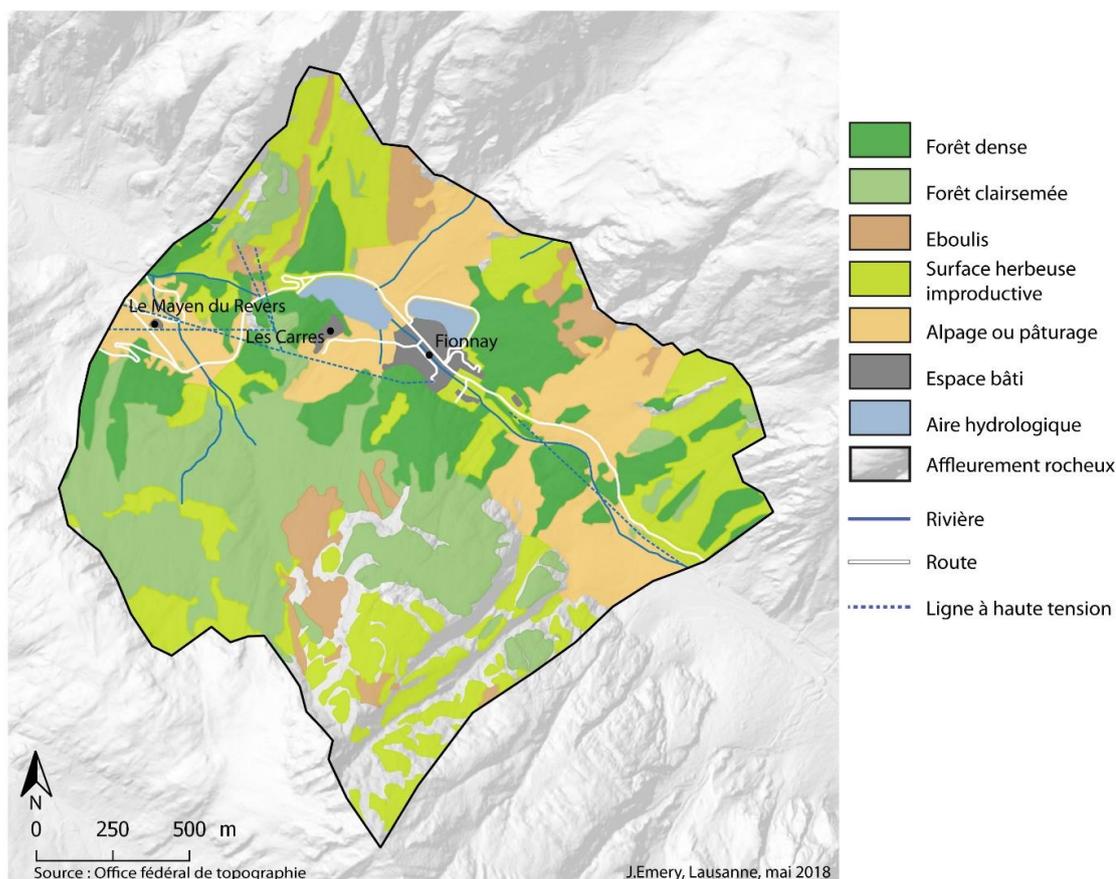


Figure 29: Occupation du sol à Fionnay en 2010

Les transformations au fond de la vallée

En 130 ans, le fond de la vallée a connu des changements importants. Village basé sur des activités agro-pastorales typiques, Fionnay s'est bien modernisé avec l'apparition des lacs artificiels, des stations hydroélectriques, des lignes à haute tension et d'un réseau routier maintenant bien développé. Le paysage est ainsi fortement marqué par le tournant vers l'hydroélectricité durant les années 1950 (Fig. 34A).

Victime de la crise du tourisme à partir de la Première Guerre Mondiale, puis des mutations territoriales importantes engendrées par la construction du barrage à Mauvoisin, le village de Fionnay a considérablement muté au cours de la période d'étude. Il ne reste aujourd'hui presque aucune trace témoignant des trente années florissantes du tourisme. La plupart des hôtels ont été démolis, le court de tennis et le lac d'agrément ont disparu pour laisser la place aux bassins de rétention (Fig.33). La cascade aménagée au nord de Fionnay demeure le seul vestige de cette période.

Le tourisme n'a pas pour autant disparu, bien qu'il soit bien moins important qu'à l'époque. L'hôtel du Grand Combin est toujours présent et le village a su, depuis les années 2000, adapter son offre touristique (Commune de Bagnes, 2013). Au cours du XIX^e siècle, le Mayens de Revers

(Fig. 34B), à l'ouest, a considérablement diminué de taille tandis que des chalets apparaissent à "Les Carres" à partir des années 1960, à l'ouest de Fionnay (Fig. 29).

Aujourd'hui, l'important barrage situé en amont de Fionnay fait partie du patrimoine de la région et constitue un attrait touristique. De nombreuses activités se sont développées autour de celui-ci. En effet après sa construction, le barrage est lui-même devenu une destination de randonnée (Commune de Bagnes, 2013) à tel point qu'une valeur patrimoniale lui a été attribuée. On y organise des visites guidées ou des expositions d'art depuis 2005. On note aussi de nombreux treks et randonnées tels que le "Tour des Grands Barrages" (Commune de Bagnes, 2013). Le Tour des écuries à voûtes à Louvie, Crêt, Vasevay et Sovereu autour de Fionnay fait également partie de l'offre touristique. En 2013 a été inaugurée la première via ferrata au Val de Bagnes à Mauvoisin, faisant de la région de Mauvoisin un site pour la grimpe (Commune de Bagnes, 2015). Toutes ces activités ont engendré un regain touristique dans la région de Fionnay.

Les changements sur les versants

Sur les versants, le reboisement lié à la déprise agricole a été le phénomène le plus important. Afin de mieux étudier ce phénomène, nous avons fait la distinction entre les aires de forêts clairsemées et des forêts denses (Tabl. 12).

Tableau 12: Evolution des aires d'occupation du sol des forêts denses et forêts clairsemées

	1880	1922	1935	1967	2010
Forêt dense	43.4	37	35.5	45.8	54.2
Forêt clairsemée	7	16.3	16.2	57.2	74.5

En 1880, les forêts denses avaient une aire d'occupation bien plus importante que les forêts clairsemées. Au cours du temps, nous voyons que les aires de forêts clairsemées ont progressé bien plus rapidement que les forêts denses. Cela semble évident car une forêt a besoin d'un siècle pour devenir dense. Ainsi, en 2010, les forêts clairsemées et les forêts denses occupent respectivement 74,5 et 54,2 hectares. En d'autres termes, les aires boisées aujourd'hui constituent majoritairement des forêts pionnières, le reboisement étant encore relativement récent.

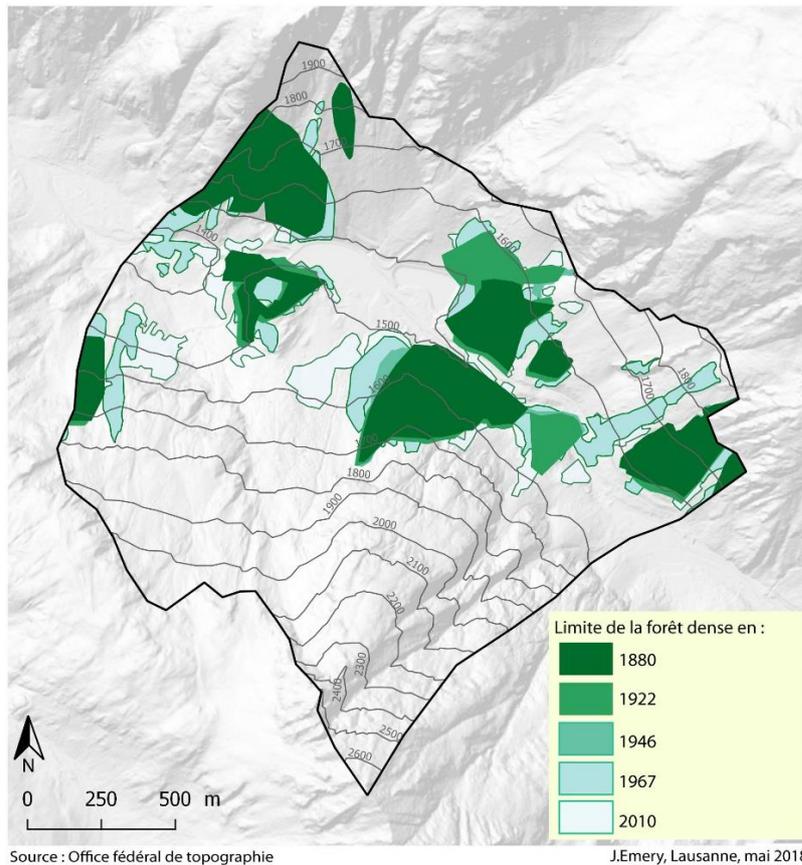


Figure 30: Reboisement à Fionnay de 1880 à 2010 pour les aires de forêts denses

Spatialement, nous constatons que l'extension des forêts denses (Fig. 30) a peu évolué au cours de la période d'étude. Située aux alentours de 1800 à 1900 mètres d'altitudes, sa limite maximale n'a pas augmenté de manière significative. L'étendue de la forêt clairsemée a en revanche beaucoup évolué consécutivement à l'abandon des terres agricoles sur les versants. Alors qu'en 1880, la limite maximale des forêts clairsemées se situait à 2000 mètres d'altitude, celle-ci a augmenté d'une centaine de mètres en 130 ans (Fig. 31). Ces limites sont atteintes au niveau de l'ancien alpage sur le versant de Corbassière, mais également sur les pentes escarpées du Bec de Corbassière, là où l'exploitation agricole est impossible. Bien qu'il soit lié à l'abandon des surfaces agricoles, le reboisement est également une réponse à l'augmentation des températures observée au cours des 130 dernières années (Gehrig-Fase, Guisan, Zimmermann, 2007). Si les tendances se poursuivent, les forêts clairsemées vont se densifier et devenir des forêts denses tandis que les aires improductives vont être colonisées par une forêt pionnière.

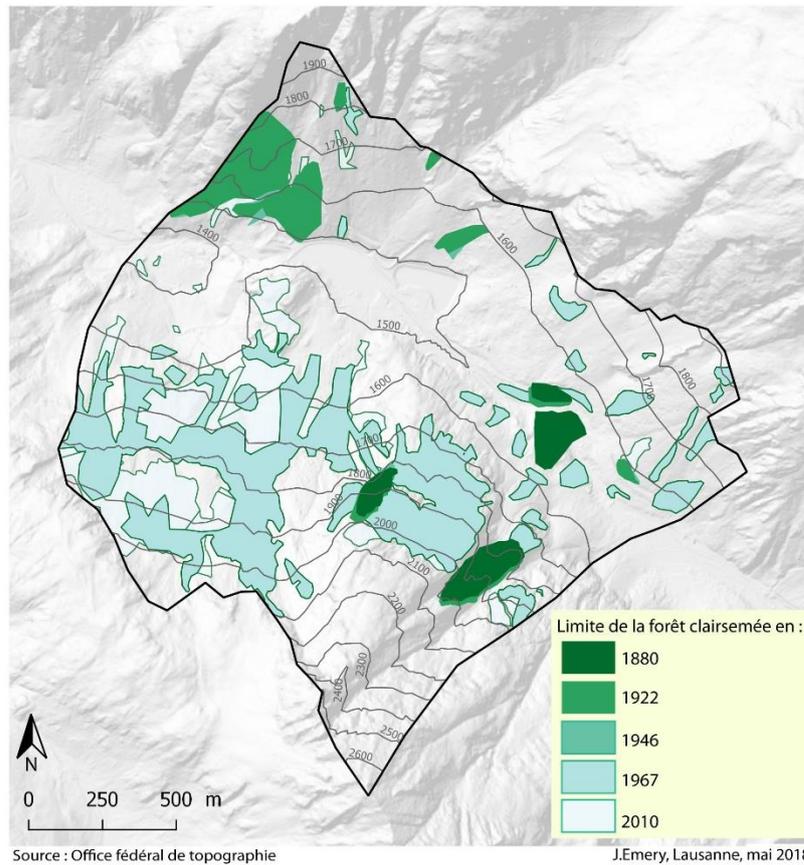


Figure 31: Le reboisement à Fionnay de 1880 à 2010 pour les aires de forêts clairsemées

Pour distinguer les zones qui se sont reboisées suite à la déprise agricole de celles qui se reboisent en réponse au changement climatique, nous avons distingué les alpages des aires improductives. Cette reconstitution comprend des approximations car nous n'avons pas de sources concernant l'extension des forêts avant que les terrains soient occupés par les paysans montagnards, il y a un millénaire (Commune de Bagnes, 2018a). La carte ci-dessous présente le reboisement sur les anciens pâturages et sur les surfaces herbeuses improductives.

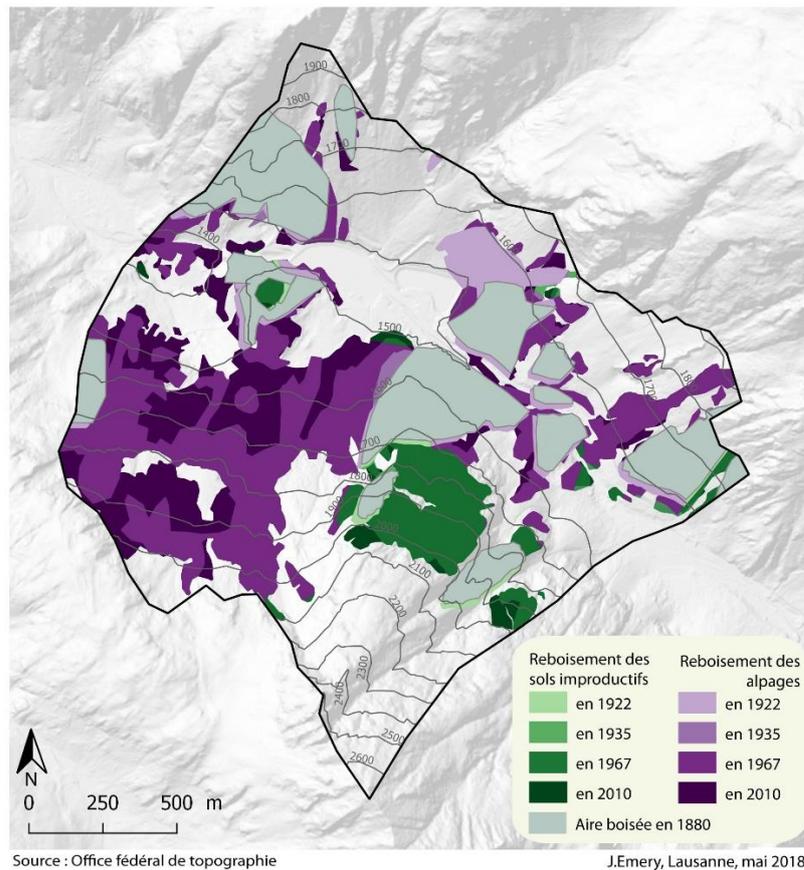


Figure 32: Reboisement à Fionnay de 1880 à 2010 en distinguant les anciens alpages ou pâturages et anciennes surfaces herbues improductives

En 1880, les alpages vers Fionnay montaient jusqu'à une altitude proche de 2000 mètres ce qui correspondait à la limite maximale de la forêt à cette période. Comme nous le voyons sur la carte (Fig. 32), le reboisement s'est essentiellement opéré sur les anciens alpages qui dominaient le paysage de Fionnay au XIX^e siècle.

Sur le Bec de Corbassière, en dehors des zones d'alpages, la forêt était très discontinue entre 1700 et 2000 mètres. Celle-ci s'est densifiée et est montée jusqu'à 2100 mètres. Cette augmentation confirme une augmentation de la limite des forêts de 100 mètres dans la région de Fionnay en réponse au changement climatique. Le reboisement étant un phénomène lent et progressif, la réponse de l'élévation de la limite maximale de la forêt ne suit pas le rythme du réchauffement climatique (Institut pour l'étude de la neige et des avalanches, 2006). L'inertie fait que même si le climat arrêterait de se réchauffer la limite maximale des forêts continuerait à augmenter.

Aujourd'hui, le Bec de Corbassière est presque totalement reboisé (Fig. 35A). Seules subsistent quelques aires encore pâturées en aval et des pelouses alpines là où les altitudes sont encore trop élevées pour les forêts. Le versant au nord de Fionnay a connu un reboisement moins

significatif (Fig. 35B). D'après la carte interactive de la commune de Bagnes, cette zone constitue un couloir à avalanche important, une zone de dangers d'éboulements et de chutes de blocs (Bagnes, 2018c). Nous pouvons en déduire qu'avec de telles conditions, la forêt peut difficilement se développer dans ce secteur. En outre, des digues ont été aménagées pour protéger le village de Fionnay de ces aléas.



Figure 33: Village de Fionnay et ses deux bassins de compensation. Photo : J.Emery



Figure 34A: Village de Fionnay. Figure 34B: Le Mayen du Revers. Photos : J.Emery



Figure 35A: Bec de Corbassière. Figure 35B: Versant au nord de Fionnay et digues de protection (A). Photos : J.Emery

5.2. Le Mont-Fort

5.2.1. Tendances

Au cours de la période étudiée, le secteur du Mont-Fort a radicalement changé. En 1878, il était, d'une part, pratiquement totalement colonisé par le glacier du Mont-Fort, bien plus imposant qu'aujourd'hui, et, d'autre part, totalement en marge des activités anthropiques. Au cours du temps, le secteur s'est déglacé graduellement, libérant une importante marge proglaciaire avec des petits lacs et des moraines. A partir de 1977, dans la continuité du développement du domaine skiable des 4 Vallées, les activités anthropiques s'implantent dans le secteur : construction de la télécabine reliant le col des Gentianes au Mont-Fort (Ravanel et Lambiel, 2012), de deux téléskis, ainsi que du refuge de Tortin sur la rive droite du glacier. A partir des années 1990, la fonte du glacier de Tortin devient plus importante, obligeant les exploitants du domaine skiable à prendre de nombreuses mesures d'adaptation (Schütz, 2007). A partir de 1997, l'offre de ski d'été n'est plus possible sur le glacier (Serquet et Thalmann, 2012) et en 2010, la surface de ce dernier est inférieure à 0,9 km². Les différentes étapes de l'évolution du secteur sont illustrées dans la figure 36.



Figure 36: Frise chronologique du secteur du Mont-Fort

5.2.2. Sources et données utilisées

Les cartes topographiques de la Confédération de 1878, 1935, 1988 et 2010, correspondant à des dates importantes, ont été utilisées pour la réalisation des cartes synchroniques. La carte de 1878 présente le secteur dans son état « initial », peu après la sortie du Petit Age Glaciaire (PAG). La période de 1878 à 1935 permet d'analyser le recul du glacier et l'apparition d'une moraine de fond en réponse au réchauffement climatique depuis la fin du PAG. De 1935 à 1988, le retrait glaciaire se poursuit, tandis que de nombreux aménagements du domaine skiable sont entrepris sur tout le secteur. La période de 1988 à 2010 correspond à l'accélération du retrait du glacier de Tortin et aux mesures prises pour adapter le domaine skiable.

De nombreuses images aériennes et orthophotos datant de 1959 à 2015 ont été utilisées pour compléter l'analyse. Les cartes de l'utilisation simplifiée du sol, des surfaces primaires VECTOR25, des classes de pente de plus de 30 degrés et la carte « swissALTI3D estompage du relief » disponibles sur le site map.geo.admin.ch (consulté le 05.06.18) ont également été mises à contribution. Les nombreuses informations et cartes réalisées dans le cadre de travaux scientifiques divers se sont aussi avérées extrêmement utiles en vue de l'élaboration des cartes.

Il convient ainsi de citer les travaux portant sur la marge proglaciaire de la région, de Schütz (2007), ceux de Lambiel et Ravel traitant de la moraine des Gentianes (2012), les travaux sur l'évolution des glaciers et du pergélisol depuis la fin du Würm, de Scapozza (2015) ainsi que la thèse de Lambiel sur le pergélisol dans les terrains sédimentaires (2008). Les données du Swiss Glacier Monitoring Network, calculant la variation de la longueur du glacier de Tortin depuis 1892, se sont avérées très utiles pour placer la position du front du glacier exact en suivant le talweg (Rapport glaciologique, 2017). Il a ainsi été possible de placer dans le SIG la position du front du glacier pour toutes les années qui nous intéressent.

5.2.3. Le paysage en 1878

En 1878, le glacier couvrait pratiquement la totalité du secteur. Seules des roches affleurantes, des éboulis sur les parois environnantes et une étroite marge proglaciaire n'étaient pas recouverts de glace. Le glacier de Tortin et, sur sa rive gauche, celui des Louettes – Econdoues (Fig. 37) étaient alors reliés et ne formaient qu'un système glaciaire appelé glacier du Mont-Fort.

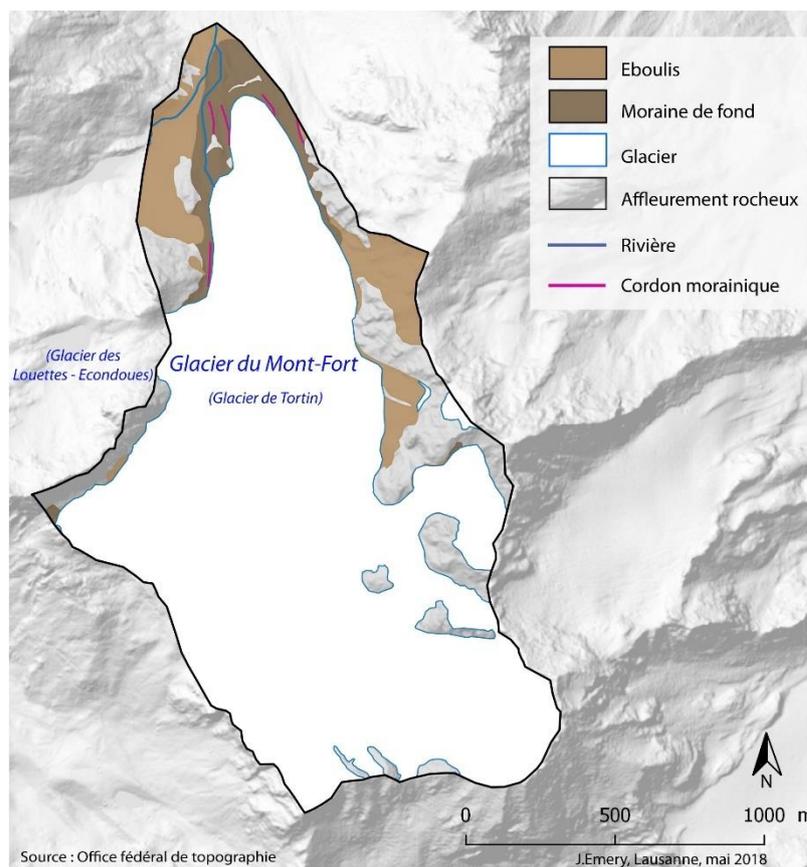


Figure 37: Occupation du sol dans le secteur du Mont-Fort en 1878

Sur ce secteur de 2,41 km², le glacier couvrait une superficie de 1,83 km². La superficie totale du glacier, calculée sans tenir compte des limites du secteur, était d'environ 2,6 km². Ce chiffre ne correspond pas à celui obtenu par les travaux de modélisation de Lattion (2006), qui, après la

numérisation des cartes historiques, obtient une valeur de 3,3 km². Celui-ci relève le fait qu'étant donné l'imprécision des cartes Siegfried et les nombreuses distorsions, les valeurs ont certainement été surestimées (Lattion, 2006). La valeur de 2,6 km² est obtenue en ne tenant compte que du « futur » glacier des Louettes – Econdoues et de celui de Tortin à partir du système de coordonnées EPSG :21781 – CH1903/LV03. En tenant aussi compte des glaciers du Petit Mont-Fort et du Mont-Fort à l'est - qui semblent rattachés au système glaciaire - nous obtenons une superficie de 4 km².

S'il est difficile de connaître la superficie exacte du glacier en 1878, (en raison notamment de l'imprécision des cartes Siegfried), il est toutefois certain que les glaciers étaient alors bien plus étendus qu'aujourd'hui et ne formaient qu'un seul « important » système glaciaire (Fig. 38).

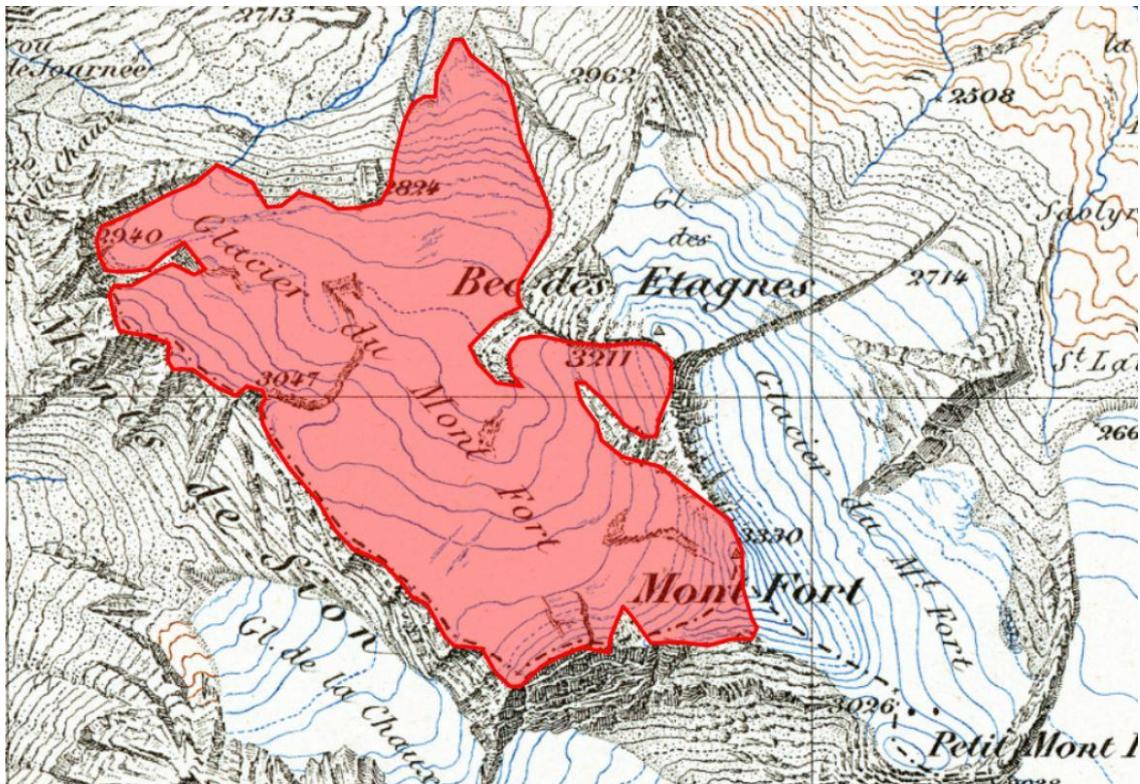


Figure 38: Glaciers des Louettes-Econdoues et de Tortin ne formant qu'un système: le glacier du Mont-Fort.
Source : Office fédéral de topographie, modifié par J. Emery

Cette époque correspond à la sortie du PAG, où les températures étaient en moyenne plus d'un 1,5°C plus basses en Suisse qu'aujourd'hui (Fig. 39) (Office fédéral de météorologie et de climatologie MétéoSuisse, 2018a). En 1861, le front du glacier se trouvait à 2320 mètres d'altitude (à la partie extrême nord du secteur d'étude) et la ligne d'équilibre se situait à 2820 mètres, soit à peine plus haut que l'altitude actuelle du front (Scapozza, 2015). Cette région, considérée comme inexploitable, ne connaissait aucune activité humaine importante. Nous

avons pu mesurer qu'en 1878, le glacier avait reculé de 214 mètres par rapport à 1861, date acceptée comme la fin du PAG.

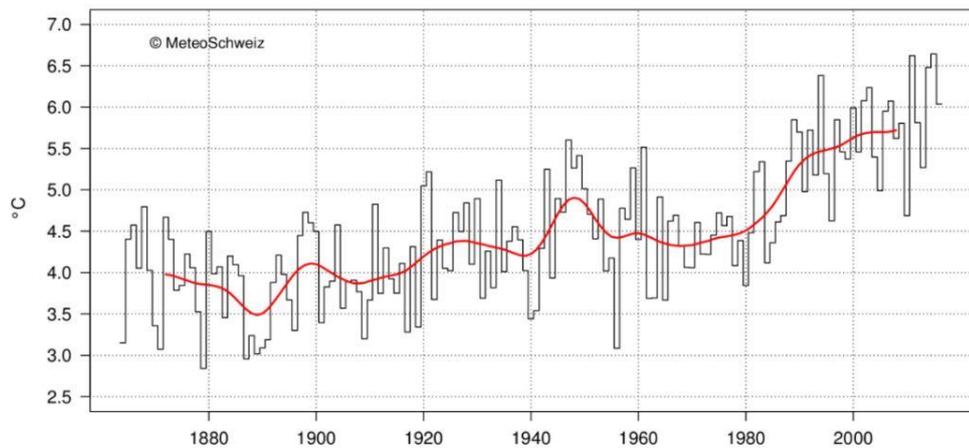


Figure 39: Température moyenne en Suisse de 1864 à 2016. Source : météosuisse, 2018

5.2.4. Les changements paysagers

1878-1935 : A la sortie du Petit Age Glaciaire

Changements observés

Durant cette période, la superficie du glacier du Mont-Fort diminue de 30,6 hectares, libérant 14,32 hectares de moraine de fond en aval, mais également des aires d'affleurements rocheux et d'éboulis sur les parois latérales (Fig. 40 et Tabl. 13).

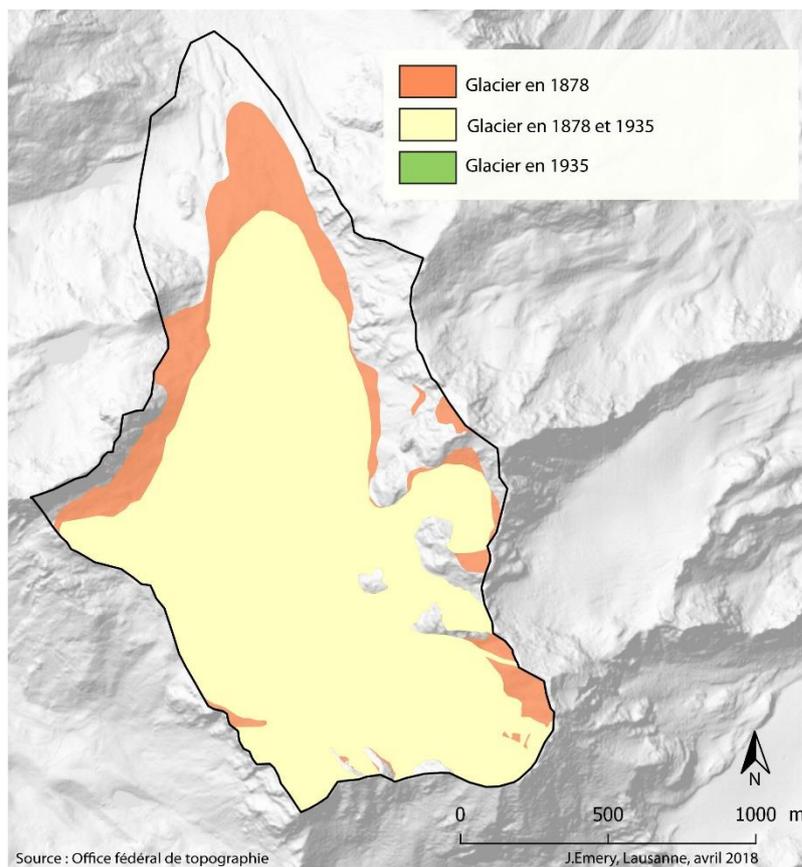


Figure 40: Evolution des aires de glaciers dans le secteur du Mont-Fort de 1878 à 1935

Tableau 13: Matrice de transition de 1878 à 1935

		1935								Total 1878
Surface (ha)		Surface herbeuse improd.	Espace bâti	Surface aplanie	Aire hydrologique	Eboulis	Moraine de fond	Affleurement rocheux	Glacier	
1878	Surface herbeuse improd.	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Espace bâti	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Surface aplanie	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Aire hydrologique	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Eboulis	0.7	0	0	0	17.3	0	0	0	18
	Moraine de fond	0	0	0	0	0	10.2	0	0	10.2
	Affleurement rocheux	0	0	0	0	0	0	29.6	0	29.6
	Glacier	0	0	0	0	5.2	14.3	11.07	152.7	183.3
	Total 1935	0.7	0	0	0	22.4	24.5	40.6	152.7	
	Changement (ha)	0.7	0	0	0	4.4	14.3	11	-30.6	
Changement (%)	-	0	0	0	0	24.4	58.4	27.2	-16.7	

Explication des changements

Le retrait du glacier s'intègre dans le contexte du réchauffement climatique survenu après le PAG. Etant donné que le réchauffement climatique a été, en Suisse, plus important dans les régions de montagne, il a été décidé d'utiliser les données climatiques mesurées à la station du col du Grand St-Bernard (Office fédéral de météorologie et de climatologie MétéoSuisse, 2018b) géographiquement proche du glacier et dont les mesures, remontant jusqu'en 1864, ont été homogénéisées. L'évolution des températures moyennes est inversement corrélée avec la variation cumulée de la longueur du glacier à une valeur R de -0.675, signifiant qu'il y a une

relation entre les deux observations (Fig. 41). L'évolution du glacier dépend de l'évolution des températures annuelles, mais également à d'autres paramètres.

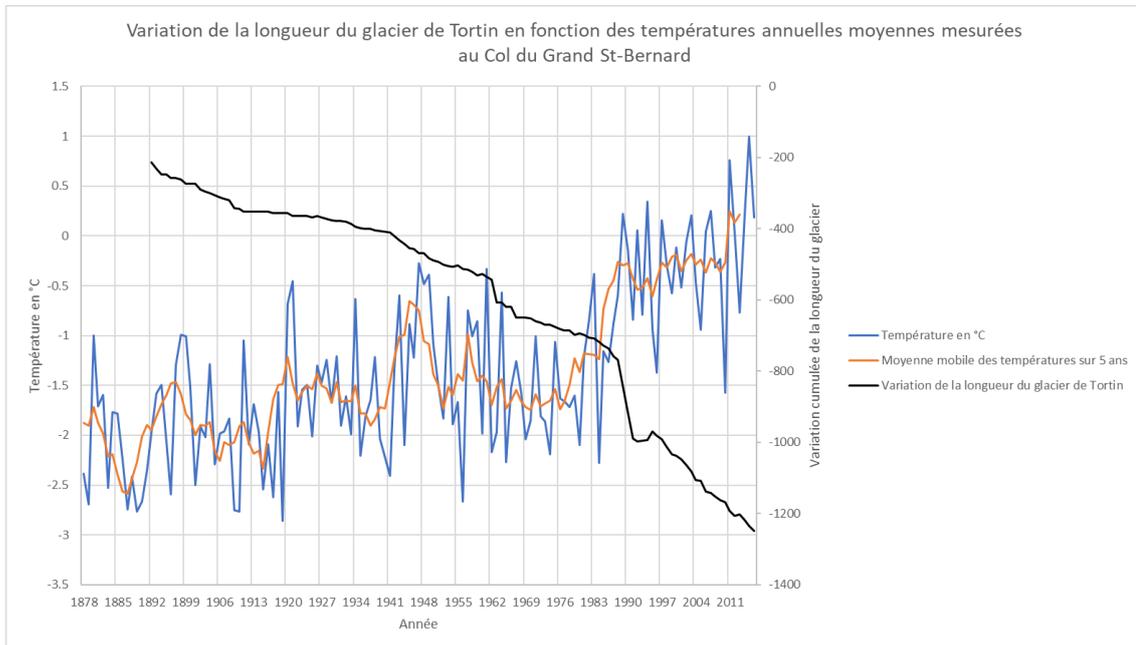


Figure 41: Variation de la longueur du glacier de Tortin en fonction des températures annuelles moyennes mesurées au Col du Grand St-Bernard. Sources: météosuisse, 2018 ; Rapport glaciologique, 2017

Entre 1878 et 1935, le glacier a perdu 398 mètres de longueur, tandis que les températures moyennes ont augmenté d'environ 0,5°C à un rythme non linéaire. Le graphique de la figure 41 montre que le recul du front a été très rapide de 1878 à 1910, puis il ralentit. S'il n'existe pas de mesures précises pour les années comprises entre 1878 à 1892, la digitalisation des cartes Siegfried nous a permis d'estimer un recul du glacier de 214 mètres durant cette période. Pour la période comprise entre 1878 et 1910, le glacier recule de 344 mètres. A partir de cette date, le front est relativement stationnaire pendant une vingtaine d'années avant de reculer progressivement. Si l'évolution des températures joue un rôle important, le retrait rapide observé jusqu'en 1910 correspond à une période où le front se trouvait sur une pente raide. Ensuite le front s'est stabilisé sur un replat et forme les moraines frontales et latérales qui sont devant le glacier (Fig. 42 et 43).

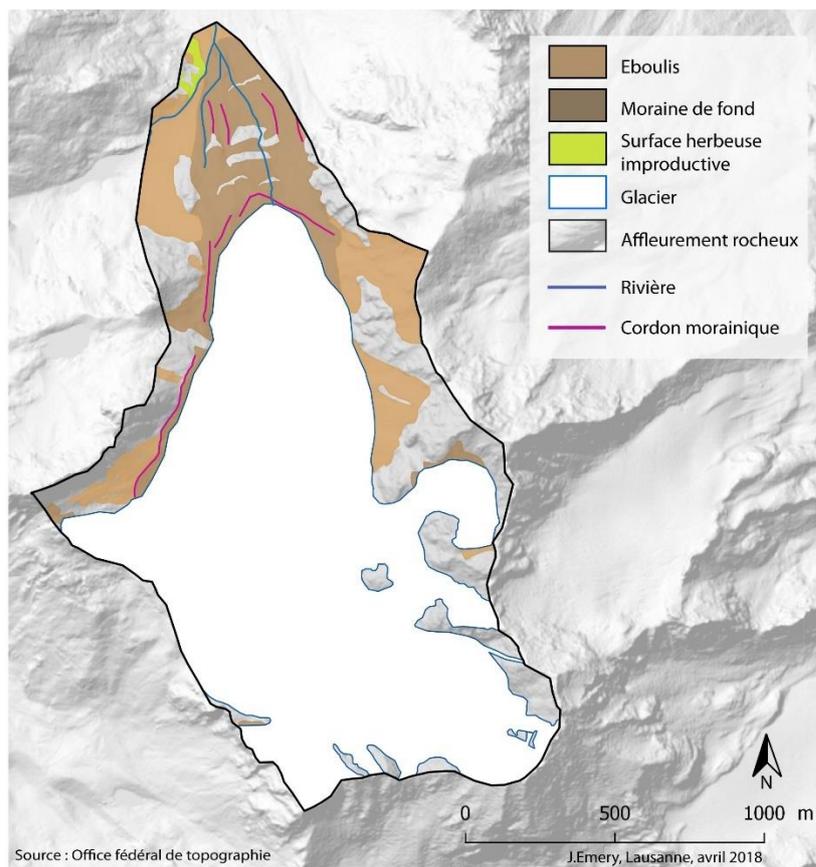


Figure 42: Occupation du sol dans le secteur du Mont-Fort en 1935



Figure 43: Moraine frontale et latérale du glacier de Tortin. Source : Google Earth, modifié par J. Emery

1935 – 1988 : Développement du domaine skiable

Changements observés

Durant cette période, la surface du glacier de Tortin passe de 152,7 à 104,6 hectares, libérant principalement en aval, mais également sur les côtés, d'importantes surfaces de moraines de fond, d'affleurements rocheux et d'éboulis (Tabl. 14). Les aires de moraines de fond, d'affleurements rocheux et d'éboulis progressent respectivement de 22, 10,5 et 5,5 hectares.

Deux petits lacs apparaissent dans la marge proglaciaire et les surfaces herbeuses improductives progressent de 0,9 hectares en aval. Durant cette période, nous notons l'apparition des premiers aménagements anthropiques, tels que les surfaces bâties (0,1 hectare) et le terrassement d'une surface de 2,9 hectares dans la marge proglaciaire.

Tableau 14: Matrice de transition de 1935 à 1988

		1988									
	Surface (ha)	Surface herbeuse improd.	Espace bâti	Surface aplanie	Aire hydrologique	Eboulis	Moraine de fond	Affleurement rocheux	Glacier	Total 1935	
1935	Surface herbeuse improd.	0.7	0	0	0	0	0	0	0	0.7	
	Espace bâti	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
	Surface aplanie	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
	Aire hydrologique	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
	Eboulis	0.9	0	0	0	21.5	0	0	0	22.4	
	Moraine de fond	0.0	0	0	0	0.1	0.5	24.0	0.01	0	24.5
	Affleurement rocheux	0	0	0	0	0	0.3	0	40.3	0	40.6
	Glacier	0	0.1	2.9	0.4	5.6	28.0	11.0	104.6	152.7	
	Total 1988		1.6	0.1	2.9	0.5	27.9	52	51.3	104.6	
	Changement (ha)		0.9	0.1	2.9	0.5	5.5	22	10.5	-42.5	
Changement (%)		128.6	-	-	-	24.6	73.3	25.7	-28.9		

Explication des changements

Durant cette période, les températures moyennes mesurées au col du Grand St-Bernard augmentent d'environ 1°C, mais avec d'importantes variations. Nous pouvons voir sur le graphique de la figure 41 que les températures des années 1940 et 1950 sont en moyenne jusqu'à 1°C plus élevées que celles des années 1930 et que celles des années comprises entre 1960 et 1970. La fin des années 1980 vont voir les températures moyennes s'élever de plus de 1°C. En réponse à ces variations climatiques, le retrait du glacier est plus important que lors de la période précédente et le glacier de Tortin recule ainsi de 371 mètres.

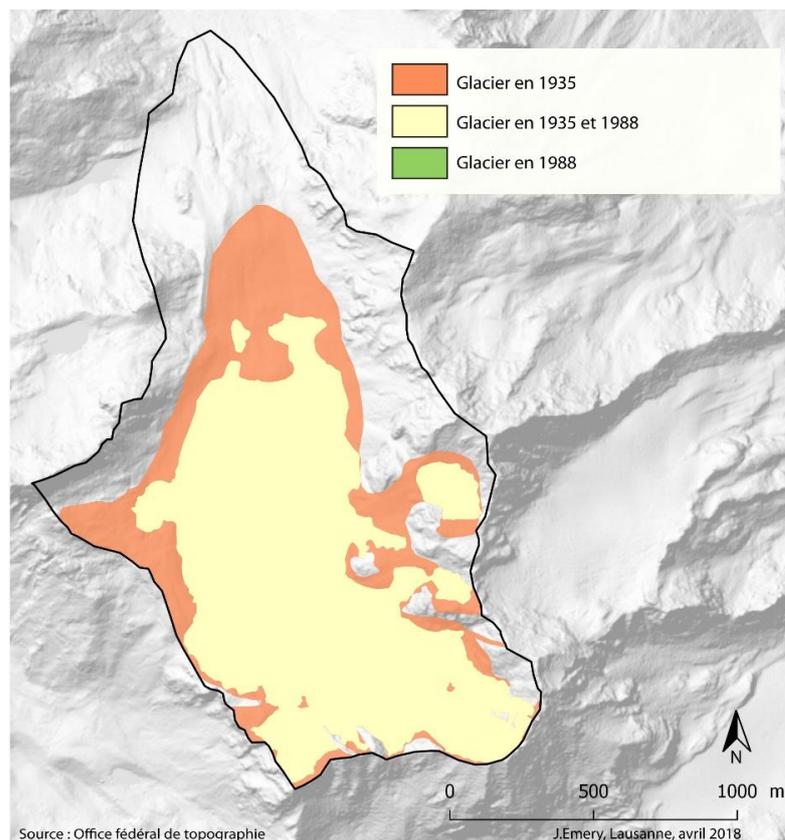


Figure 44: Evolution des aires de glaciers dans le secteur du Mont-Fort de 1935 à 1988

Nous pouvons voir sur la carte de la figure 44 que le glacier a non seulement perdu en longueur, mais également en largeur. Le retrait du glacier dans la partie ouest, au niveau du col des Gentianes, a permis l'aménagement des infrastructures de ski. Entre 1977 à 1979, les constructions apparaissent : d'abord la télécabine reliant le Mont-Fort au col des Gentianes et les deux téléskis (Ravanel et Lambiel, 2012). La moraine de poussée du col des Gentianes a été fortement aplanie pour permettre la construction de la gare d'arrivée de la télécabine de Tortin aux Gentianes, de la gare de départ pour le Mont-Fort et d'un restaurant (Fig. 45) (Schütz, 2007). La gare de téléphérique en provenance de la Chaux a elle été construite sur le substratum rocheux. En aval du glacier, une cabane constitue le départ d'un télési sur le glacier. Le refuge de Tortin a été bâti sur la rive droite du glacier et la gare d'arrivée de la télécabine depuis les Gentianes a été bâtie presque au sommet du Mont-Fort. En aval du glacier, le terrain a été aplané durant les années 1980, à côté du départ du télési, suite au retrait du glacier. Ces aménagements augmentent l'offre du domaine des 4 Vallées en permettant la pratique du ski d'été.

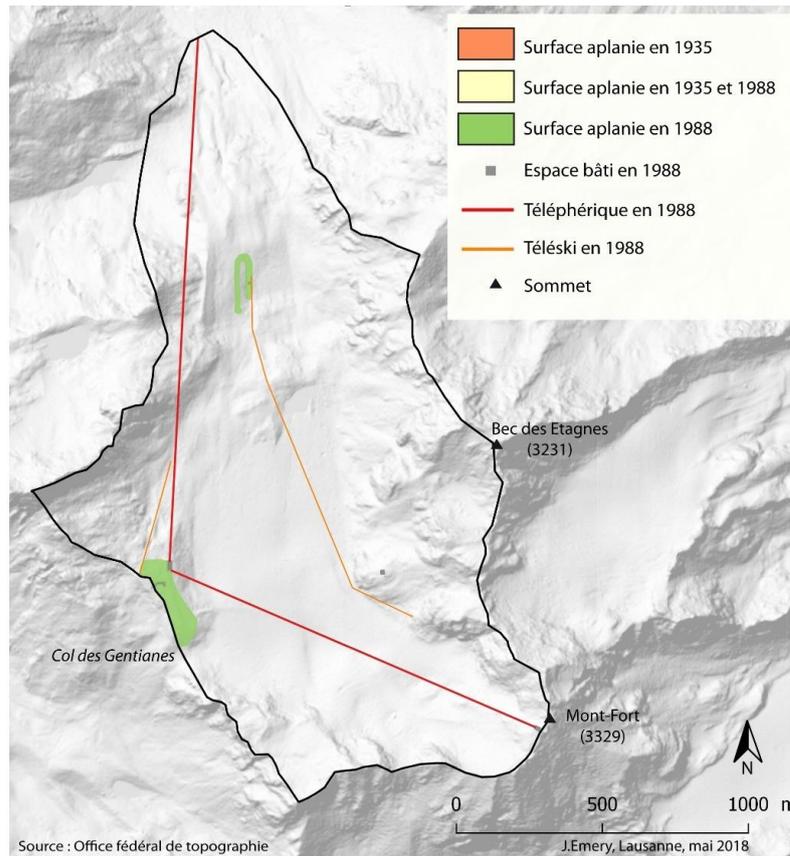


Figure 45: Evolution des surfaces aplanies dans le secteur du Mont-Fort de 1935 à 1988

La construction de la gare d'arrivée du téléphérique depuis Tortin s'est heurtée à de nombreuses difficultés. Cela est dû au fait que la moraine, épaisse de 25 mètres, contient beaucoup de glace. Il a ainsi été nécessaire de mettre 6 pieux longs de 15 m et larges de 2,5 m pour assurer la stabilité de la station (Lambiel et Reynard, 2003).

1988 – 2010 : Adaptations au changement climatique

Changements observés

Durant cette période, nous constatons une diminution de 24,4% de la superficie du glacier de Tortin par rapport à 1988 (Tabl. 15 et Fig. 46). En 2010, sa surface n'est plus que de 0,79 km². Cette diminution s'est essentiellement faite dans la partie aval du glacier au profit de la marge proglaciaire toujours plus importante, mais également dans les secteurs plus raides en amont. Les aires de moraines de fond, ainsi que d'affleurements rocheux augmentent respectivement de 17,7 et de 3 hectares. Durant cette période, les surfaces aplanies ont doublé pour atteindre 5,8 hectares. Cette augmentation s'est effectuée sur la rive gauche et en aval du glacier actuel, là où il occupait encore le terrain en 1988.

Tableau 15: Matrice de transition de 1988 à 2010

		2010								
	Surface (ha)	Surface herbeuse improd.	Espace bâti	Surface aplanie	Aire hydrologique	Eboulis	Moraine de fond	Affleurement rocheux	Glacier	Total 1988
1988	Surface herbeuse improd.	1.6	0	0	0	0	0	0	0	1.6
	Espace bâti	0	0.14	0	0	0	0	0	0	0.1
	Surface aplanie	0	0	2.9	0	0	0	0	0	2.9
	Aire hydrologique	0	0	0	0.2	0	0.4	0	0	0.5
	Eboulis	0.1	0	0	0	27.6	0	0.2	0	27.9
	Moraine de fond	0.2	0	1.0	0.0	0	50.7	0.1	0.0	52
	Affleurement rocheux	0	0	0	0	0.5	0.5	50.2	0.1	51.3
	Glacier	0	0	1.9	0.8	1.0	18.1	3.8	78.9	104.6
Total 2010	1.9	0.1	5.8	1	29.1	69.7	54.3	79.1		
Changement (ha)		0.3	0	2.9	0.5	1.2	17.7	3	-25.5	
Changement (%)		18.8	0	100	100	4.3	34.0	5.9	-24.4	

Explication des changements

De 1988 à 2010, le glacier recule de 400 mètres, ce qui correspond à un retrait moyen de 18,18 mètres/an, un rythme beaucoup plus important que ceux des deux périodes précédentes. Les moyennes des températures annuelles mesurées au col du Grand St-Bernard durant cette période sont de très loin les plus élevées, avec des températures de près de 1,4°C supérieures à celle de la période précédente. Entre 1988 à 1991, le glacier perd 221 mètres. Cela s'explique par l'élévation des températures moyennes, par le fait que la partie terminale du glacier se trouvait sur une pente importante ainsi que par trois hivers peu enneigés entre 1988 et 1990. Si, de 1992 à 1996, la position du front est stationnaire, depuis 1997 le glacier recule à une vitesse constante et assez importante.

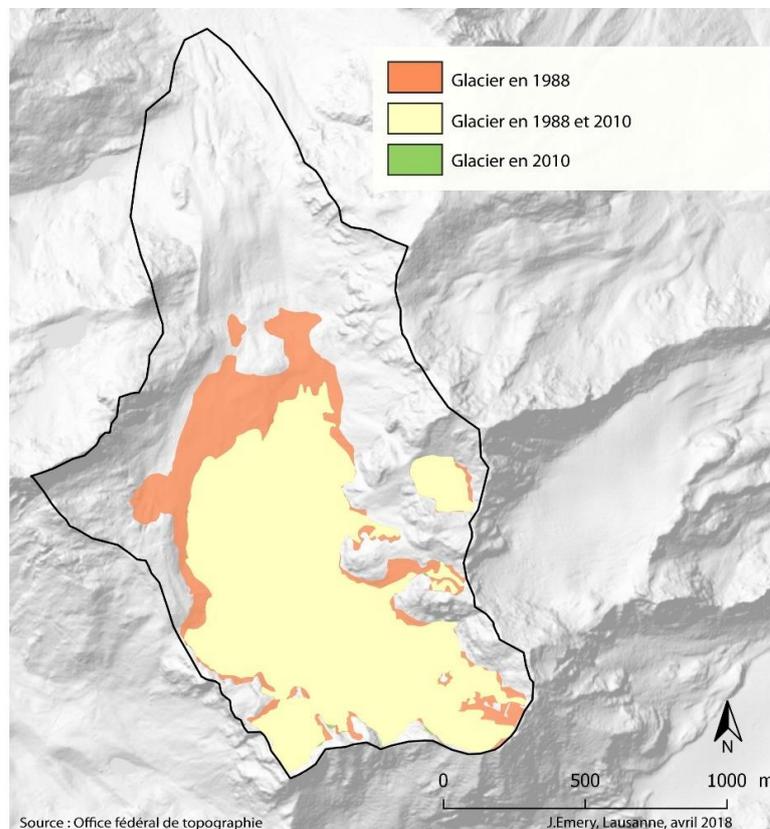


Figure 46: Evolution des aires de glaciers dans le secteur du Mont-Fort de 1988 à 2010

Depuis les années 2000, les températures annuelles moyennes sont désormais trop élevées pour que le glacier puisse posséder une zone d'accumulation (Ravanel et Lambiel, 2012). Ainsi, à la fin de certains étés, comme celui de 2003, le glacier est totalement dépourvu de neige et recule également en amont, là où il est peu épais et situé sur une pente raide (Schütz, 2007).

Le réchauffement climatique et le retrait du glacier génèrent de nombreux problèmes pour le domaine skiable. De nature fragile, le domaine périglaciaire, libéré de glace, est sujet à de nombreuses instabilités. La moraine de poussée sur laquelle se situe la station de téléphérique partant de Tortin (Fig. 54B) s'est affaissée de plus de 3 mètres depuis les années 1980 en raison de la fonte du pergélisol (Lambiel et Reynard, 2003) et flue en direction du glacier (Lambiel, 2006). Les travaux de Ravanel et Lambiel (2012) montrent qu'il s'agit d'un rétro-mouvement lié au rééquilibrage du corps sédimentaire, qui à l'origine avait été déplacé lors de la dernière avancée glaciaire. Par ailleurs, le réchauffement climatique engendre de nombreux éboulements sur le glacier par la fonte du pergélisol.

Le retrait du glacier a des impacts directs sur le domaine skiable. Depuis 1997, le secteur ne permet plus la pratique du ski d'été (Lambiel et Reynard, 2003), même si le secteur a exceptionnellement été ouvert en juillet 2013 pour un week-end. La fonte du glacier a également mené à l'arrêt de l'exploitation des deux téléskis qui s'y trouvaient. Néanmoins, celui qui est situé sur la rive gauche du glacier a été remis en exploitation suite à un éboulement qui a comblé la dépression laissée par la fonte du glacier et qui, par la suite, a été aplanie (Fig. 54A) (Serquet et Thalmann, 2012).

Le retrait du glacier s'accompagne également d'une perte importante de son épaisseur. A titre d'exemple, des travaux ont montré que de 2007 à 2011 le glacier a perdu 11,3 m d'épaisseur au niveau de la moraine de poussée des Gentianes (Ravanel et Lambiel, 2012). Cette diminution rend de plus en plus difficile l'accès depuis la piste à la station de départ du Mont-Fort. Plusieurs mesures ont été prises pour y remédier. De la neige a été prélevée à différents endroits du glacier pour « protéger » la partie du glacier permettant l'accès à la cabine. En 2005, des bâches de protection ont recouvert cette partie du glacier pour la protéger de l'ablation (Schütz, 2007). Mais, suite à des désaccords entre Téléverbier et Télénendaz, cette mesure a été abandonnée (Serquet et Thalmann, 2012). De plus, des travaux sont régulièrement entrepris pour créer une route de pierre reliant le glacier au col des Gentianes, permettant ainsi de réduire la pente et le dénivelé (Fig. 47 et 48). Enfin, toute la partie ouest de la marge proglaciaire a été aplanie, suite au retrait du glacier, afin de marquer la piste de ski qui, autrefois, se situait sur le glacier (Fig. 47).

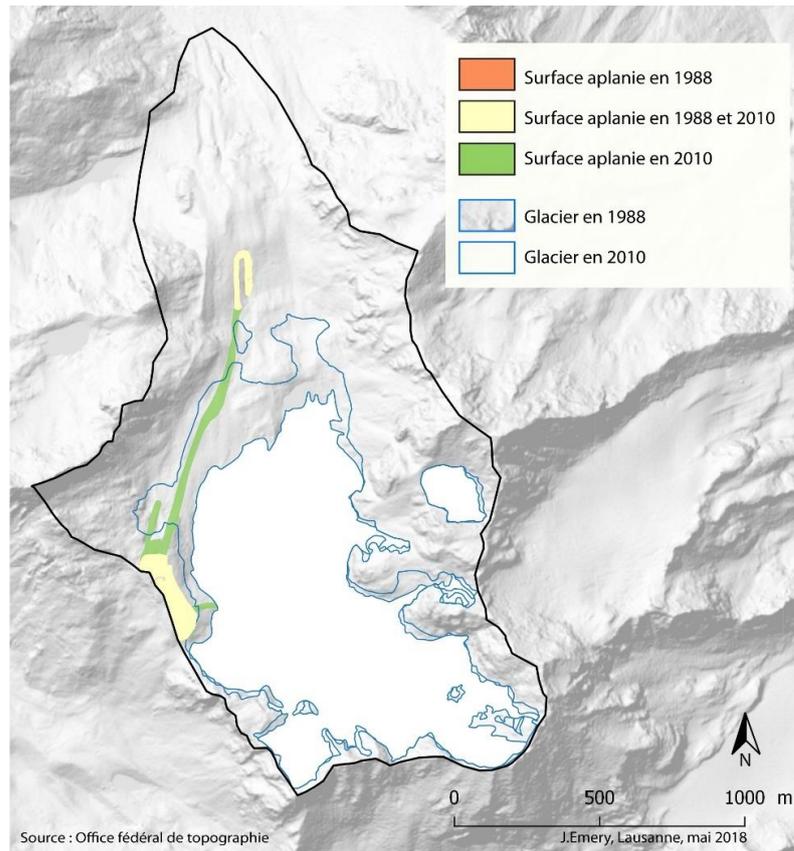


Figure 47: Evolution des surfaces aplanies dans le secteur du Mont-Fort de 1988 à 2010 en relation avec l'évolution du glacier



Figure 48: Travaux de terrassement de la moraine pour accéder du glacier à la station des Gentianes. Photo: J.Emery

5.2.5. Synthèse

Le paysage du Mont-Fort s'est radicalement transformé au cours de la période étudiée. Le glacier, qui occupait 187 hectares dans le secteur en 1878 a largement perdu de sa superbe pour ne couvrir plus que 79 hectares en 2010. Si, en termes de superficie, la diminution est importante (-57 % dans le secteur) (Tabl. 16 et Fig. 49), les travaux de Lattion (2006) ont montré que la diminution en volume est encore plus considérable. En 2006 déjà, le volume du glacier ne correspondait qu'à 10% du volume de 1878, estimé à 177'217'000 m³. Ces changements ont libéré une importante marge proglaciaire permettant au domaine skiable des 4 Vallées de s'étendre sur ce secteur. Mais, avec l'accélération de la fonte du glacier mesurée ces trois dernières décennies, le caractère morphologique de la piste de ski est transformé et le domaine skiable doit continuellement s'adapter au caractère changeant du secteur. Par conséquent, de nombreux travaux de réaménagement doivent être entrepris. Les figures 51 et 55 présentent l'état du secteur en 2010.

Tableau 16: Matrice de transition de 1878 à 2010

		2010								
	Surface (ha)	Surface herbeuse improd.	Espace bâti	Surface aplanie	Aire hydrologique	Eboulis	Moraine de fond	Affleurement rocheux	Glacier	Total 1878
1878	Surface herbeuse improd.	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Espace bâti	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Surface aplanie	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Aire hydrologique	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Eboulis	1.7	0	0	0	16.3	0.0	0	0	18
	Moraine de fond	0	0	0	0	0.1	10.1	0	0	10.2
	Affleurement rocheux	0	0	0	0	0.2	0.0	29.3	0	29.6
	Glacier	0.3	0.1	5.8	1.0	12.5	59.6	24.9	79.1	183.3
	Total 2010	1.9	0.1	5.8	1	29.1	69.7	54.3	79.1	
	Changement (ha)	1.9	0.1	5.8	1	11.1	59.5	24.7	-104.2	
Changement (%)	-	-	-	-	-	61.7	583.3	83.5	-56.9	

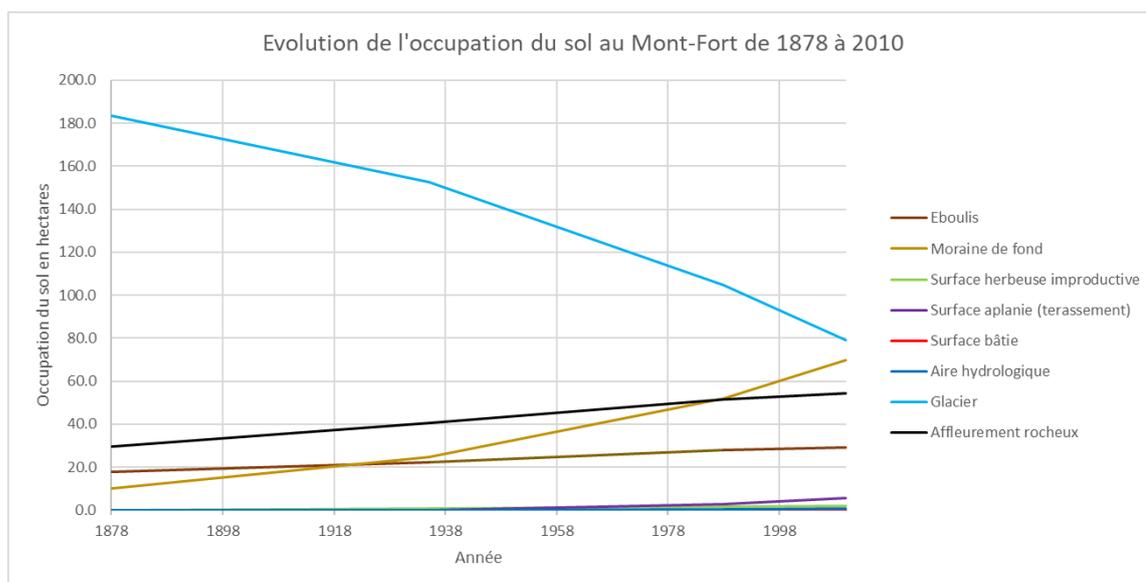


Figure 49: Evolution de l'occupation du sol au Mont-Fort de 1878 à 2010

Le recul du glacier

Nous constatons, qu'avec le temps, la diminution de la surface du glacier ainsi que le rythme du recul de la langue augmentent. De 1878 à 1935, la langue a reculé de 398 mètres, ce qui correspond à un recul de 6,98 mètres/an. De 1935 à 1988, celle-ci a reculé de 371 mètres, soit un recul de 7 mètres/an. Enfin de 1988 à 2010, la langue a reculé de 400 mètres, soit un recul de 18,18 mètres/an. Comme déjà mentionné, le recul de la langue et la diminution de la superficie du glacier sont liés à l'augmentation des températures moyennes. Ainsi de 1878 à 1987, les températures moyennes ont augmenté d'environ 0,6°C. De 1987 à 2010, les températures moyennes annuelles ont brusquement augmenté de près de 1,4°C. La hausse brutale des températures mesurée à partir de la fin des années 1980 coïncide avec le recul de 221 mètres du glacier sur 3 ans. Le glacier répond très bien aux variations climatiques et semble désormais condamné à disparaître au cours du XXI^e siècle (Schütz, 2007).

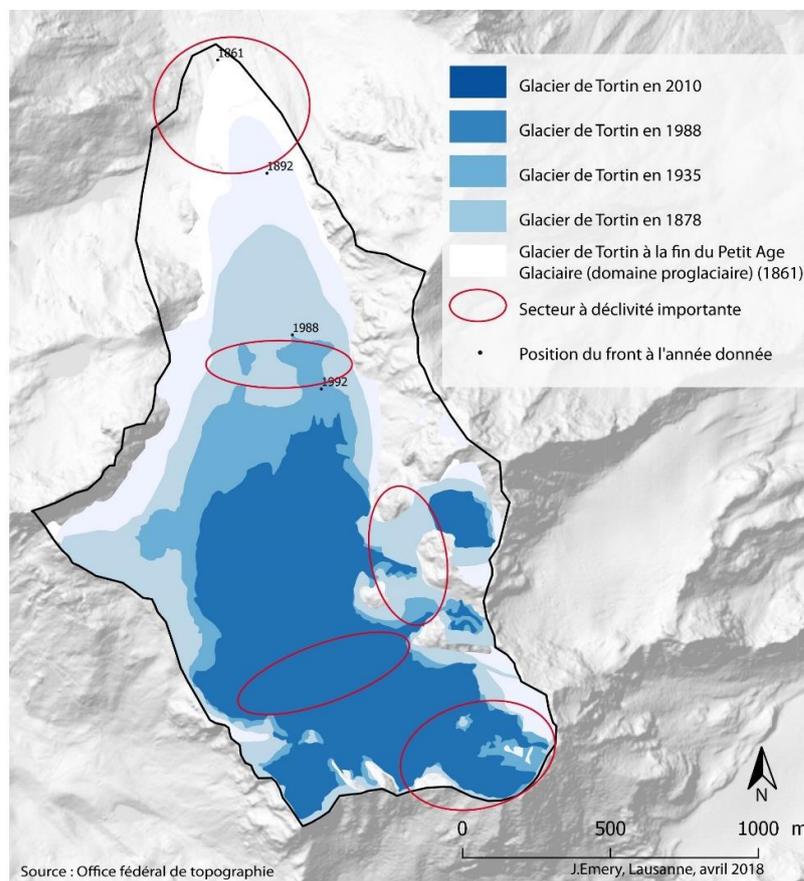


Figure 50: Evolution du glacier de Tortin depuis la fin du Petit Age Glaciaire en relation avec les variations de pente

Si les températures jouent un rôle indéniable dans l'évolution du glacier, la topographie et la pente influencent également beaucoup la vitesse de retrait de la langue terminale du glacier (Fig. 50). Ainsi, de 1878 à 1910, nous avons mesuré une vitesse de retrait très importante avant de voir une stabilisation temporaire jusque dans les années 1930. Durant la période de recul, le

glacier se trouvait sur une pente importante, où le glacier était moins épais et plus sensible. De 1910 à 1987, la langue se trouvait sur une surface plus plane et le recul dépendait essentiellement de la variation des températures. Le retrait important observé de 1988 à 1991 (de 221 m) correspond à une période où le glacier se trouvait à nouveau sur une pente raide. Actuellement, la langue se trouve à nouveau sur une zone plane ; toutefois la hausse brutale des températures moyennes observée ne permet plus au glacier d'accumuler de la glace. Cela explique pourquoi le glacier continue à reculer à une vitesse rapide.

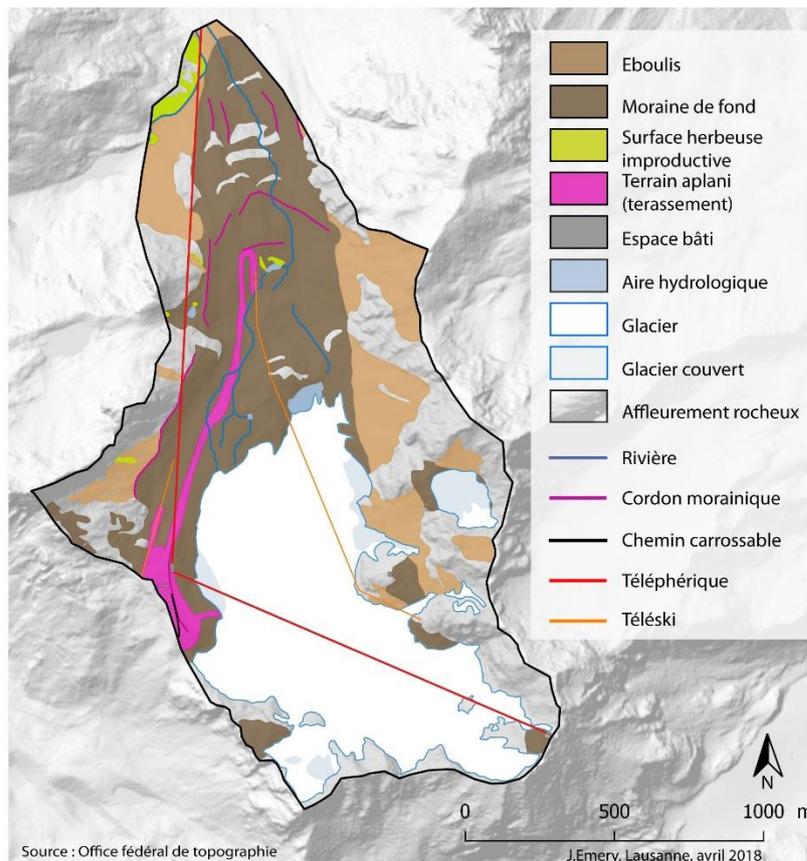


Figure 51: Occupation du sol dans le secteur du Mont-Fort en 2010

Les aménagements anthropiques

Pendant près d'un siècle, le secteur était totalement en marge des activités humaines. L'ablation du glacier a libéré une importante moraine de fond (Fig. 52 et 53A), permettant un lent développement de la végétation dans les secteurs déglacés depuis un certain temps et près des lacs proglaciaires. La volonté politique de rejoindre les domaines de Nendaz et Verbier et d'atteindre le sommet va entraîner l'aménagement du domaine skiable dans ce secteur à la fin des années 1970. Ainsi, depuis les années 1980, le secteur est fortement anthropisé : télécabine, cabanes, restaurant, station, téléskis et terrassement de la moraine de poussée du col des Gentianes (Fig. 51). Au début des années 1980, le ski se pratiquait en toutes saisons sur le glacier. Mais avec son recul important, la piste de ski s'est progressivement retrouvée en dehors du

glacier et des travaux de terrassement ont dû être entrepris à mesure que le glacier se retirait. Les télécabines et téléskis sont les marques d'une époque où le glacier était encore relativement imposant, tandis que les surfaces aplanies apparues progressivement attestent de la dégradation du glacier.

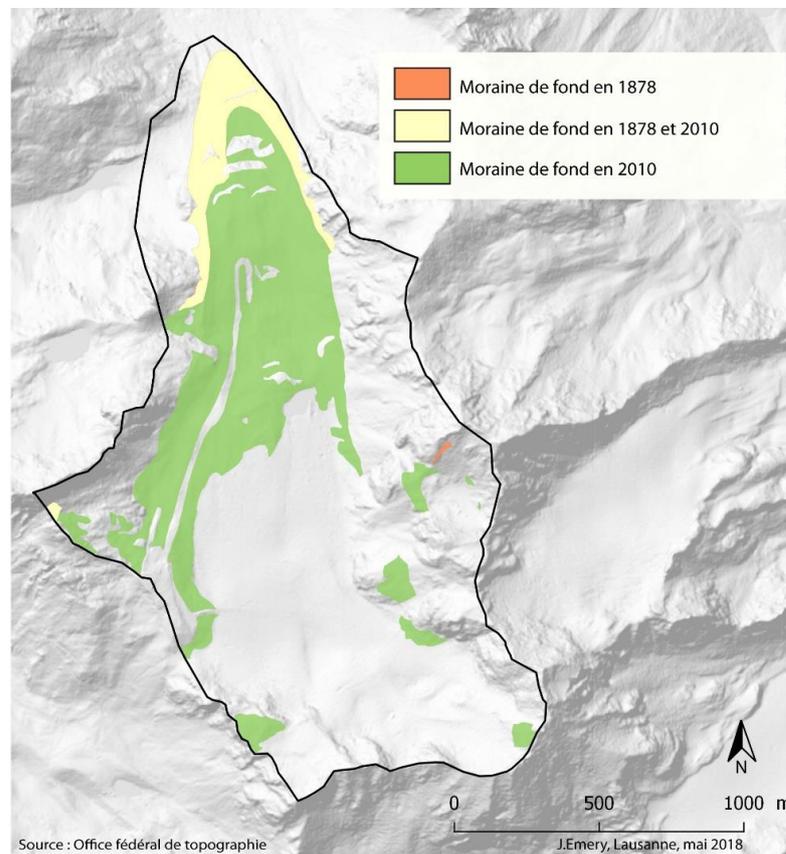


Figure 52: Evolution des surfaces de moraine de fond dans le secteur du Mont-Fort de 1878 à 2010

Perspective pour l'avenir

Au rythme où les événements se succèdent, on prévoit la disparition totale du glacier au courant de XXI^e siècle. Plusieurs travaux ont tenté d'estimer la date de disparition totale du glacier. En se basant sur une tendance polynomiale de la diminution du volume du glacier, Lattion (2006) a estimé une disparition totale pour 2024. Néanmoins, il s'agit du scénario le plus pessimiste et le glacier a, depuis, fondu moins vite que ne le prédisaient les estimations. A en croire la majorité des scénarios, la fonte totale devrait intervenir au milieu du XXI^e siècle (Schütz, 2007).

Actuellement la fonte est « plus lente que prévue » car le glacier se trouve sur une surface plane et sa couche est assez épaisse (au maximum 55 mètres en 2006) (Lattion, 2006) (voir la figure 53B qui présente le glacier en septembre 2017). Mais, depuis les années 2000, la zone amont du glacier, située sur une pente importante, est également en train de fondre et l'ensemble du glacier perd en épaisseur (Lattion, 2006). Il est à prévoir qu'au cours des prochaines décennies,

la zone amont sera totalement déglacée et seul persistera un glacier de cirque qui va se replier sur lui-même.

Aujourd'hui, la pratique du ski entre le Mont-Fort et les Gentianes s'effectue encore sur le glacier. Mais, au fur et à mesure de son retrait, on peut imaginer que toute cette partie du secteur devra être terrassée pour garantir la pratique du ski sur toute sa longueur.

Le secteur n'a pas fini d'évoluer. Il est, en effet, en permanence modelé par les facteurs naturels et anthropiques.



Figure 53A: Marge proglaciaire avec un lac en sédimentation et de la végétation pionnière. Figure 53B: Glacier de Tortin. Photos: J. Emery



Figure 54A: Terrassement sur le parcours du télésiégi ouest. Figure 54B: La station depuis Tortin sur la moraine de poussée. Photos : J. Emery

Le Mont-Fort

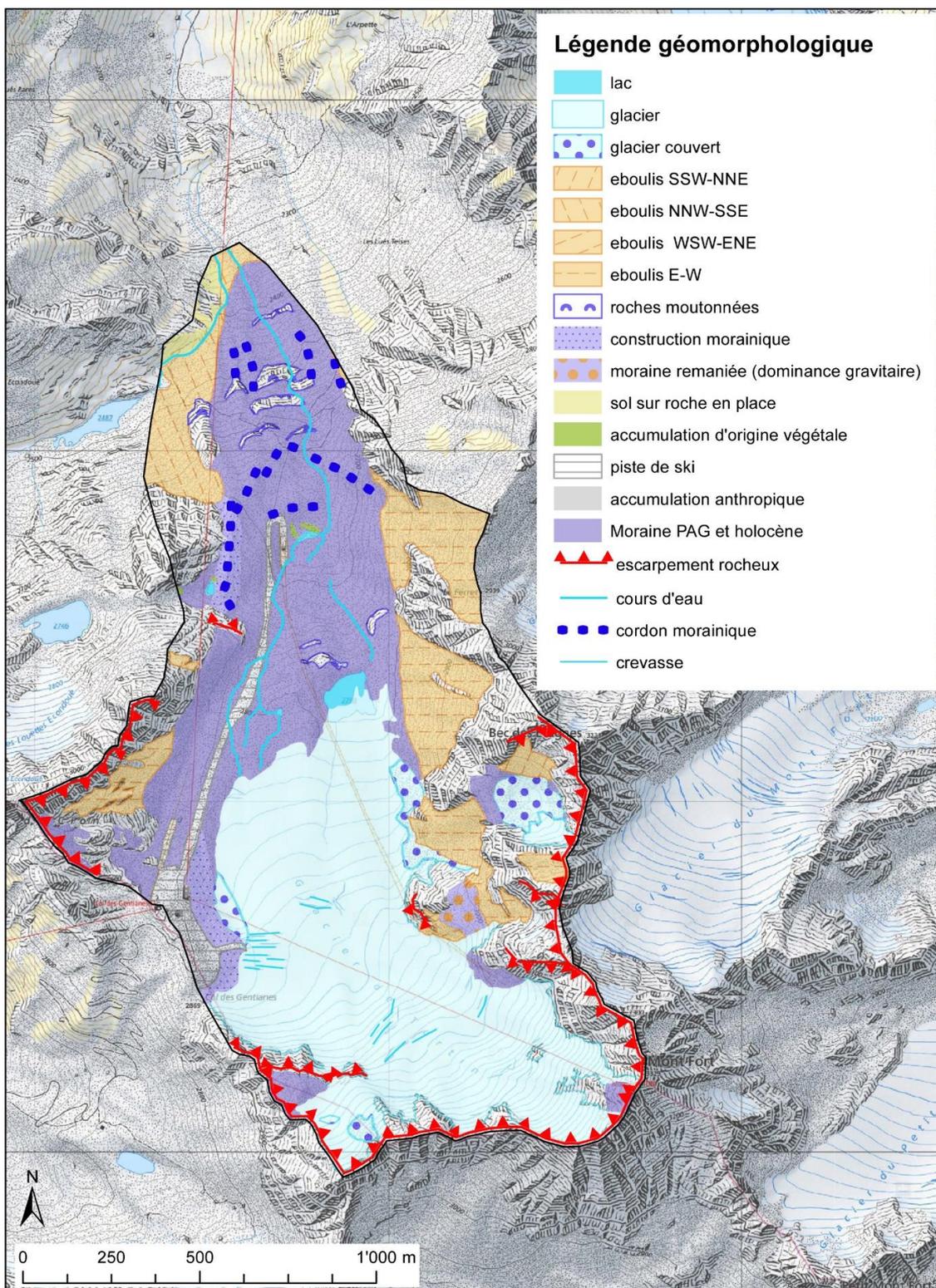


Figure 55: La géomorphologie du secteur du Mont-Fort en 2010. Source : Office fédéral de topographie

5.3. La Chaux

5.3.1. Tendances

Au cours de la période étudiée, le secteur de la Chaux a connu des changements importants. Dans un premier temps, ils sont essentiellement dus à des facteurs naturels. Mais avec l'émergence des activités touristiques, les causes anthropiques prennent progressivement de l'importance.

De 1878 à 1956, les changements sont essentiellement attribués au changement climatique. On note ainsi le retrait du glacier de La Chaux et la progression des surfaces herbeuses près de la marge proglaciaire.

A partir de 1956, avec le développement du domaine skiable des 4 Vallées, les changements anthropiques prennent de l'importance. On observe la construction de nombreuses routes, remontées mécaniques et l'aplanissement de diverses formes géomorphologiques (éboulis, glaciers rocheux, marge proglaciaire) (Lambiel et Reynard, 2003).

A la fin de la période d'étude, le retrait du glacier devient plus important : au début des années 2000, le glacier de La Chaux a perdu plus de 90% du volume qu'il occupait à la fin du Petit Age Glaciaire (Lambiel et Reynard, 2003). La partie aval du secteur, n'a, quant à elle, pratiquement pas évolué et demeure exploitée par l'alpage de La Chaux tout au long de la période d'étude. Les différentes étapes de l'évolution du secteur sont illustrées dans la figure 56.



Figure 56: Frise chronologique de La Chaux

5.3.2. Sources et données utilisées

Les cartes topographiques de la Confédération de 1878, 1906, 1958, 1988 et 2010 correspondent à des dates charnières et ont été utilisées pour la réalisation des cartes synchroniques. La carte de 1878 présente le secteur dans un état « initial ». Les années comprises entre 1878 à 1906 correspondent à une période de réchauffement climatique progressif. Elles coïncident avec la sortie du Petit Age Glaciaire (PAG) voyant le début de la fonte du glacier de La Chaux. Tandis que le recul du glacier se poursuit, la période de 1906 à 1958 correspond au début du développement du tourisme. La période de 1958 à 1988 comprend les premiers changements importants liés au développement du domaine skiable à La Chaux et à la modernisation de l'alpage. La période de 1988 à 2010 correspond à l'accélération de la fonte du glacier de La Chaux et aux aménagements liés au développement du domaine skiable dans la marge proglaciaire.

De nombreuses images aériennes et orthophotos datant de 1946 à 2015 ont été utilisées pour compléter l'analyse et comprendre la dynamique du secteur. Les cartes de l'utilisation simplifiée du sol, des surfaces primaires VECTOR25, des classes de pente de plus de 30 degrés et la carte « swissALTI3D estompée du relief », disponibles sur le site map.geo.admin.ch (consulté le 05.06.18) ont également été utilisées. La carte interactive du territoire de la commune de Bagnes (Commune de Bagnes, 2018c) a également été mise à contribution. Les informations obtenues, ainsi que les cartes réalisées dans de nombreux travaux scientifiques concernant les secteurs se sont avérées indispensables dans l'élaboration des cartes de synthèse ainsi que pour l'analyse. Il convient également de mentionner les travaux portant sur les glaciers rocheux (Lambiel, 1999), sur le pergélisol sur les terrains sédimentaires (Lambiel, 2006), sur les glaciers et le permafrost (Reynard et al., 2003), sur l'impact du développement du ski dans la région (Lambiel et Reynard, 2003), sur les datations des formes périglaciaires (Scapozza, Lambiel et Reynard, 2011) ainsi que sur les géomorphosites dans le Val de Bagnes (Genoud, 2008).

5.3.3. Le paysage en 1878

En 1878, le paysage à La Chaux peut être séparé en trois parties distinctes. Dans la partie sud-ouest, le paysage est dominé par un vaste alpage étendu sur un replat. Celui-ci est segmenté du nord au sud par le plus important glacier rocheux fossile de tout le Val de Bagnes, le glacier rocheux de La Chaux (voir la figure 57 et les photos des figures 58 et 77) (Scapozza, 2015). Bien que son activité ait cessé au cours de l'Holocène, son front reste encore très visible avec une hauteur de 60 mètres et une pente à 34° (Lambiel, 1999), rendant la surface difficilement exploitable. La topographie de l'alpage est plus accidentée sur sa partie est, ce qui s'explique par la présence de moraines tardiglaciaires (Scapozza, 2015). Bien que cela ne soit pas représenté sur les cartes Siegfried, suffisamment de sources attestent de la présence d'un marais à Patiéfray où l'eau du bisse du Levron (Fig. 75B) prend source depuis 1471 (Bérard, 1982).

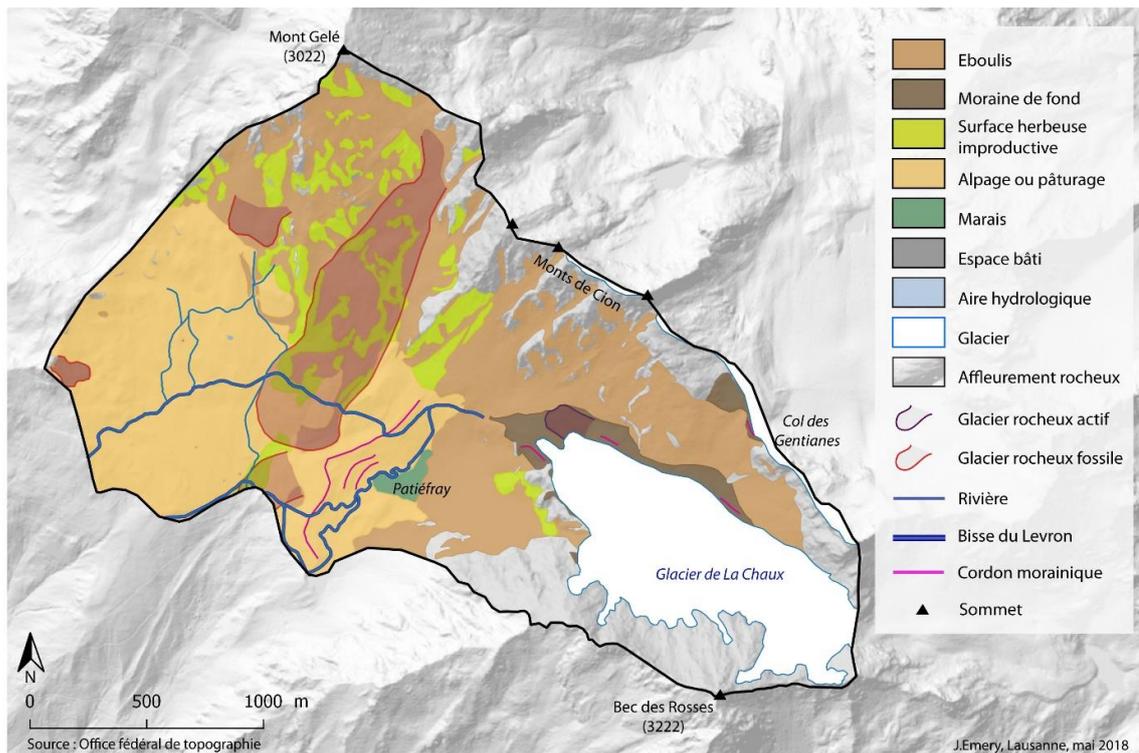


Figure 57: Occupation du sol à La Chaux en 1878



Figure 58: Glacier rocheux de La Chaux (en rouge). Photo: J. Emery

Au nord, sur le versant sud du Mont-Gelé, le secteur est composé d'éboulis, de surfaces herbeuses improductives et d'affleurements rocheux. Enfin, la partie est du secteur constitue un vallon dont le fond est occupé par le glacier de La Chaux, relativement imposant à l'époque. Le glacier est dominé au sud par le Bec des Rosses culminant à 3222 mètres d'altitude et les Monts des Cions au nord avec leurs voiles d'éboulis. Dans la marge proglaciaire de La Chaux se trouve le seul glacier rocheux actif/inactif du secteur. Il s'agit du glacier rocheux du col des

Gentianes qui a été déformé par les avancées glaciaires de la deuxième partie de l'Holocène (Scapozza, 2015).

A cette époque, le paysage est essentiellement occupé par des surfaces inexploitable. Ainsi les éboulis occupent 164 hectares, les affleurements rocheux 88,3 hectares et les surfaces herbeuses improductives 35,9 hectares. Le glacier de La Chaux occupe 74,5 hectares, soit pratiquement toute la surface de la marge proglaciaire. Cela s'explique d'une part par l'altitude élevée du secteur (comprise entre 2220 et 3223 mètres), d'autre part, par la topographie et le contexte climatique. Cette période correspond au début du réchauffement climatique à la sortie du PAG, la différence de taille entre le glacier et la marge proglaciaire (13 hectares) atteste du début de la fonte.

A l'époque, l'économie étant dominée par le secteur primaire, les activités agro-pastorales constituent les seules marques anthropiques sur le paysage. Ainsi, durant cette période, seul le quart sud-ouest du territoire est exploité. L'important replat a décidé de l'emplacement de l'alpage de La Chaux, le plus important du Val de Bagnes (Bagnes, 1997), occupant un territoire de 135 hectares. Dans la dépression de Patiéfray (Fig. 76A), le marais sert de source pour le bisse du Levron traversant l'alpage de la Chaux depuis 1471 (Bérard, 1982). Cette exploitation explique d'ailleurs pourquoi les cours d'eau ne suivent pas les talwegs.

5.3.4 Les changements paysagers

1878-1906 : A la sortie du Petit Age Glaciaire

Changements observés

Durant cette période, peu de changements ont lieu sur l'ensemble du secteur (Tabl. 17). Le plus important concerne la diminution de 20,7 hectares des glaciers. De cette perte, 16,5 hectares sont attribués au glacier de La Chaux tandis que le reste concerne les glaciers de Tortin et des Louettes-Econdoue qui, à cette époque, ne constituaient qu'un seul glacier, celui du Mont-Fort (Fig. 59). Le recul de ces glaciers libère ainsi 14,8 hectares de moraine de fond, 4,2 ha d'affleurements rocheux, 1,6 ha d'éboulis et un petit lac proglaciaire de moins de 400 m².

Tableau 17: Matrice de transition 1878 - 1906

		1906										
Surface (ha)		Surface herbeuse improd.	Marais	Alpage ou pâturage	Espace bâti	Surface aplanie	Aire hydrologique	Eboulis	Moraine de fond	Affleurement rocheux	Glacier	Total 1878
1878	Surface herbeuse improd.	35.5	0	0	0	0	0	0.4	0	0	0	35.9
	Marais	0	2.6	0	0	0	0	0	0	0	0	2.6
	Alpage ou pâturage	0	0	135.1	0.1	0	0	0	0	0	0	135.1
	Espace bâti	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Surface aplanie	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Aire hydrologique	0	0	0	0	0	0.1	0	0	0	0	0.1
	Eboulis	0.9	0	0	0	0	0	163.2	0	0	0	164.1
	Moraine de fond	0	0	0	0	0	0	0	13.3	0	0	13.3
	Affleurement rocheux	0.5	0	0	0	0	0	0	0	87.8	0	88.3
	Glacier	0	0	0	0	0	0.0	1.6	14.8	4.2	53.8	74.5
	Total 1906		36.9	2.6	135	0.1	0	0.1	165.2	28.1	92	53.8
Changement (ha)		1	0	-0.1	0.1	0	0	1.1	14.8	3.7	-20.7	
Changement (%)		2.8	0	-0.1	-	-	0	0.7	111.3	4.2	-27.8	

Explication des changements

Le recul des glaciers observé durant cette période coïncide avec la première phase de réchauffement du climat à la sortie du PAG entre 1850 à 1890. De 1890 à 1920, le climat se refroidit légèrement en Suisse (par exemple au Col du Grand St-Bernard (voir la figure 41 du chapitre 5.2.4)), mais du fait de leur inertie, les glaciers n'ont, de manière générale, pas avancé durant cette période.

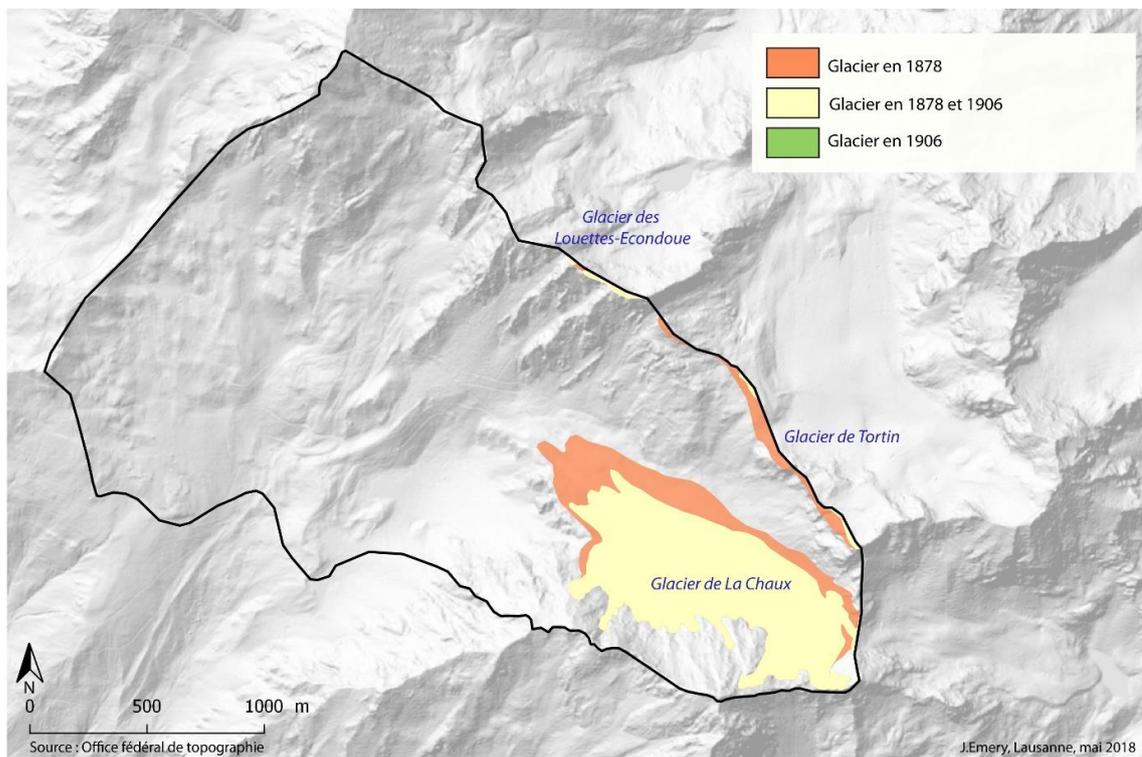


Figure 59: Evolution des aires de glaciers à La Chaux de 1878 à 1906

Il n'y a pas d'autres changements importants qui se soient déroulés durant cette époque. Nous constatons un peu plus de bâtiments agricoles sur l'alpage de La Chaux, indiquant que les activités agro-pastorales restent largement dominantes dans le territoire durant cette période. La figure 60 montre bien que les aires d'alpages ou de pâturage n'ont pas évolué durant cette période.

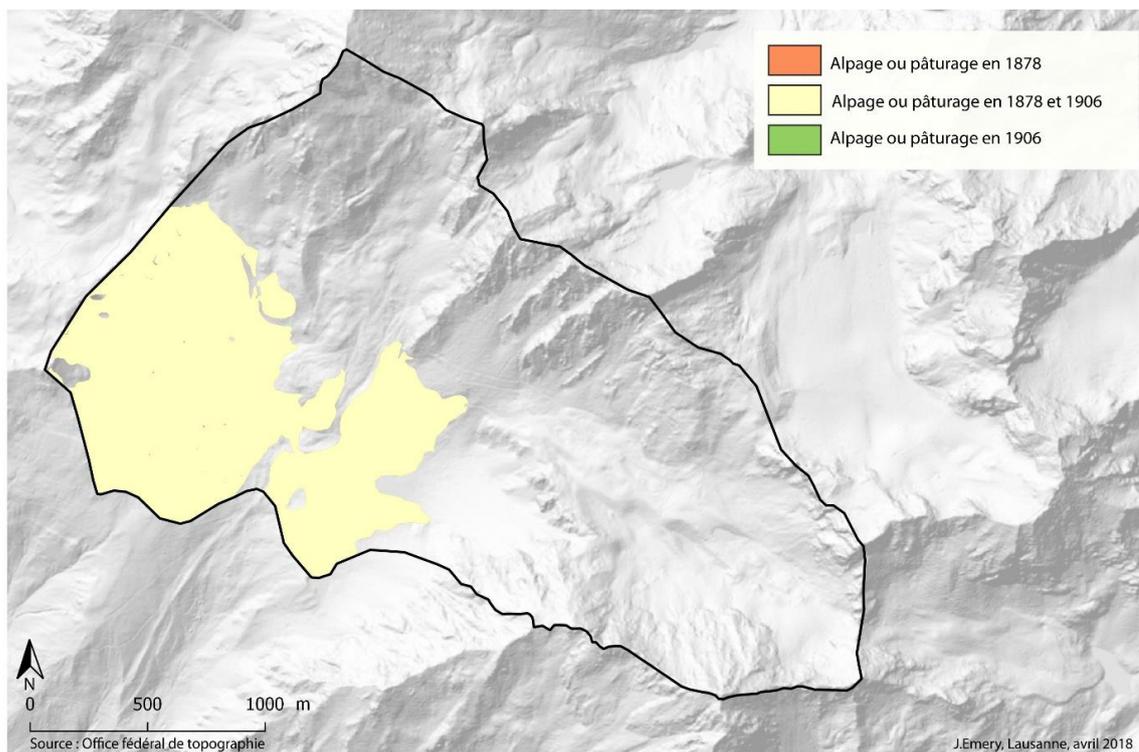


Figure 60: Evolution des aires d'alpages ou de pâturages à La Chaux de 1878 à 1906

1906 – 1958 : Modernisation des alpages

Changements observés

Durant cette période, nous constatons un accroissement important des surfaces herbeuses improductives qui s'est essentiellement fait au détriment des éboulis (26,22 hectares). Ce changement s'est effectué sur les versants nord dans la partie amont du vallon de La Chaux à proximité de la marge proglaciaire. Les glaciers se sont, quant à eux, réduits de 12,8 hectares. Les glaciers de Tortin et des Louettes – Econdoue n'apparaissent plus dans le secteur d'étude, seul subsiste celui de La Chaux. Le recul du glacier de La Chaux se traduit par l'extension de la marge proglaciaire, l'apparition d'un nouveau lac au front et l'augmentation de surfaces d'affleurements rocheux. Durant cette période, les surfaces construites se développent dans les alpages et couvrent une superficie trois fois plus importante qu'en 1906, tout en restant très réduites (Tab. 18).

Tableau 18: Matrice de transition de 1906 à 1958

		1958										
Surface (ha)		Surface herbeuse improd.	Marais	Alpage ou pâturage	Espace bâti	Surface aplanie	Aire hydrologique	Eboulis	Moraine de fond	Affleurement rocheux	Glacier	Total 1906
1906	Surface herbeuse improd.	35.8	0	0.0	0	0	0	1.1	0	0	0	36.9
	Marais	0	2.6	0	0	0	0	0	0	0	0	2.6
	Alpage ou pâturage	0	1.1	133.2	0.22	0	0	0.4	0	0.0	0	135
	Espace bâti	0	0	0.0	0.1	0	0	0	0	0	0	0.1
	Surface aplanie	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Aire hydrologique	0	0	0	0	0	0.1	0	0.0	0	0	0.1
	Eboulis	26.2	0	0.2	0	0	0	138.7	0	0.1	0	165.2
	Moraine de fond	0	0	0	0	0	0	0	28.13	0	0	28.1
	Affleurement rocheux	0	0	0.1	0	0	0	0.1	0.5	91.3	0	92
	Glacier	0	0	0	0	0	0.2	0.6	9.9	2.2	41.0	53.8
Total 1958		62	3.8	133.6	0.3	0	0.2	140.9	38.5	93.6	41	
Changement (ha)		25.1	1.2	-1.4	0.2	0	0.1	-24.3	10.4	1.6	-12.8	
Changement (%)		68.0	46.2	-1.0	200			100	-14.7	37.0	1.7	-23.8

Explication des changements

Les années comprises entre 1906 à 1958 coïncident avec une période où les températures moyennes annuelles étaient plus élevées (1940-1960) et où les glaciers alpins ont décliné. Les glaciers du secteur, particulièrement petits, sont très sensibles au réchauffement climatique et enregistrent un important retrait. En 1958, les surfaces occupées par de la moraine de fond (Fig. 61) représentent 38,5 hectares, ce qui prouve le retrait important des glaciers depuis près d'un siècle.

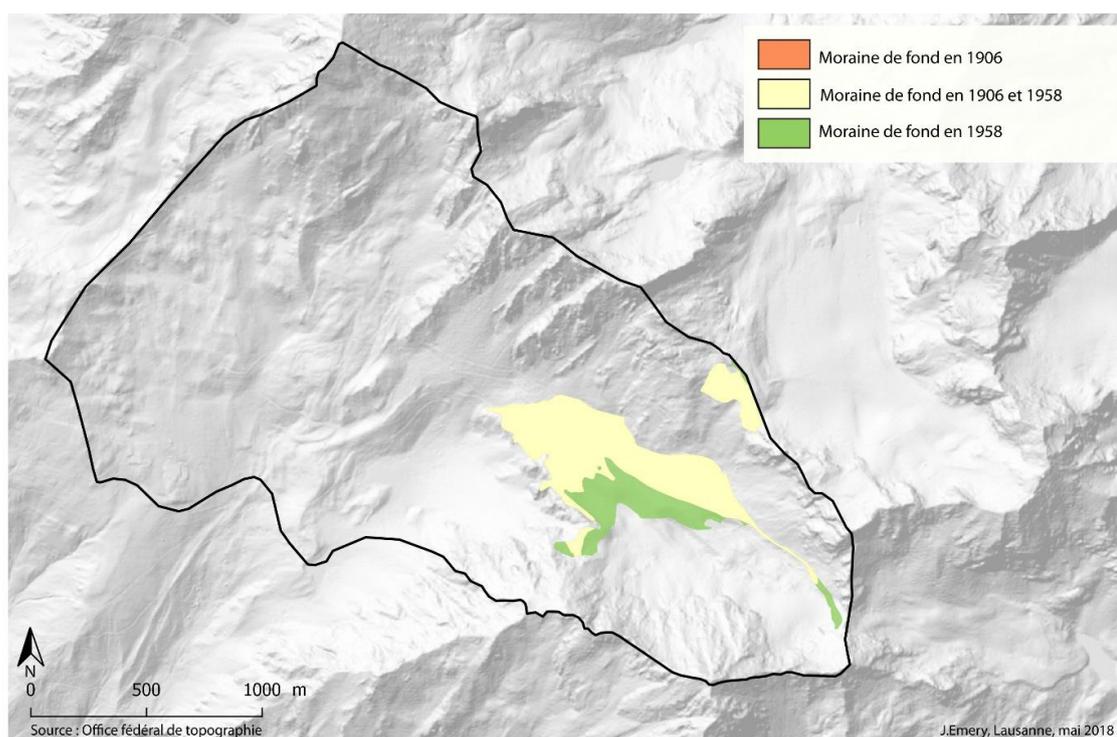


Figure 61: Evolution des surfaces de moraine de fond à La Chaux de 1906 à 1958

Jusque dans les années 1950, les alpages vont conserver un rôle important dans l'économie de la commune. Ainsi, le début du XX^e siècle est marqué par la fusion des alpages qui s'étendent en direction de l'aval (création de montagnes basses) afin d'augmenter la durée de la période d'estivage (Bagnes, 1997). Sous l'impulsion de la politique agricole du Canton et de la Confédération, des étables modernes sont construites. Suite aux améliorations économiques,

les alpages sont progressivement abandonnés à partir des années 1950 (Bagnes, 1997). L'alpage de La Chaux, reconnu comme le plus intéressant de la région, est encore très bien exploité et connaît, à la fin de cette période, une modernisation exemplaire (Bagnes, 1997). Ainsi, en 1958, une importante étable est construite au sud de l'alpage, tandis que les nombreux îtres (ître : petit bâtiment de pierres sèches servant de fromagerie temporaire) parsemant l'alpage sont abandonnés.

Cette période coïncide également avec le début du tourisme dans la région. Ainsi en 1925, la cabane du Mont-Fort est bâtie dans la partie est de l'alpage par la section de Jaman du CAS à Vevey (Carron et al., 1983) (Fig. 76A). Malgré ces constructions, le bâti dans le secteur reste très restreint et localisé (Fig. 62).

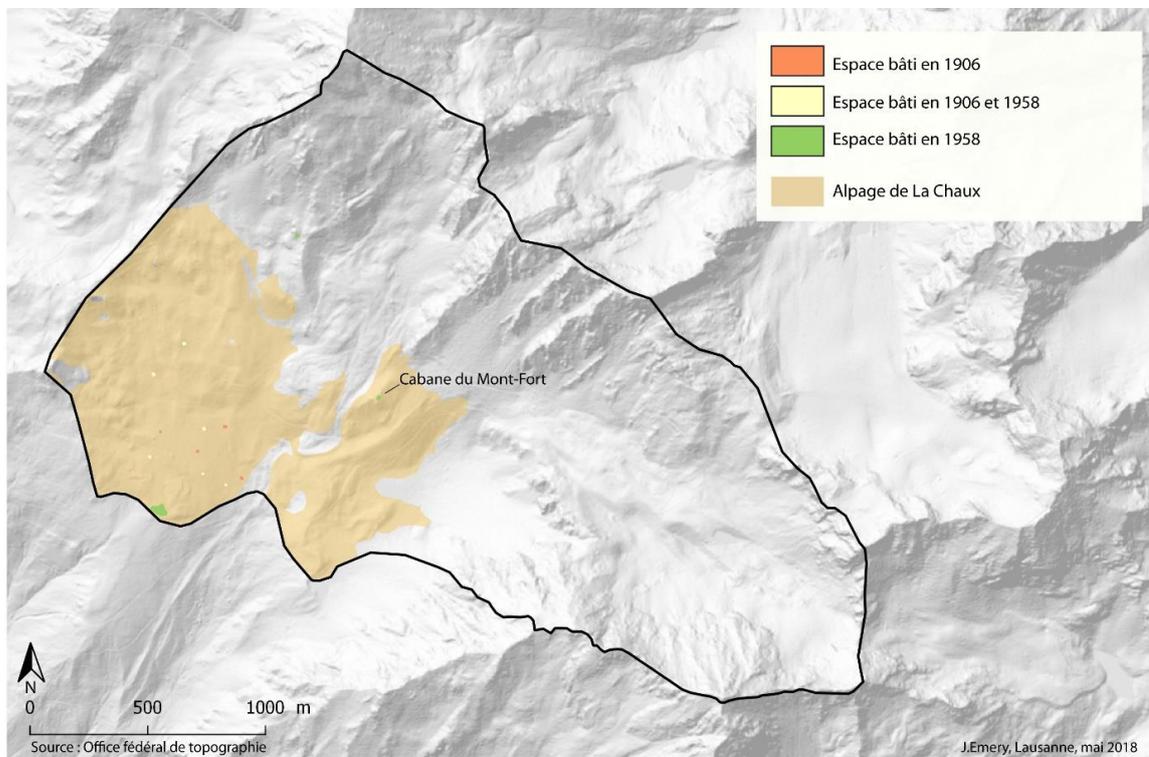


Figure 62: Evolution des espaces bâtis à La Chaux de 1906 à 1958

Les surfaces herbeuses improductives ont considérablement augmenté durant cette période dans la partie orientale du terrain d'étude à proximité de la marge proglaciaire (Fig. 63). S'il est plausible que le terrain se soit d'avantage végétalisé consécutivement à l'éloignement du glacier et au réchauffement climatique, il est très improbable que le changement ait été aussi drastique. Alors que les cartes Siegfried excluent tout signe de végétation dans cette partie du secteur, il est plus que probable qu'il y avait déjà des surfaces herbeuses même en 1878, mais avec une extension et un stade de développement moins importants. Malgré les recherches entreprises, nous n'avons pas pu trouver de bonnes photographies de ce secteur antérieures à 1946 qui

aurait permis de localiser des espaces végétalisés. Nous pouvons néanmoins observer cette zone dans le troisième plan de certaines photos représentant la cabane du Mont-Fort ; toutefois d'après la photo de la figure 64, aucun signe de végétation n'apparaît dans cette partie du secteur.

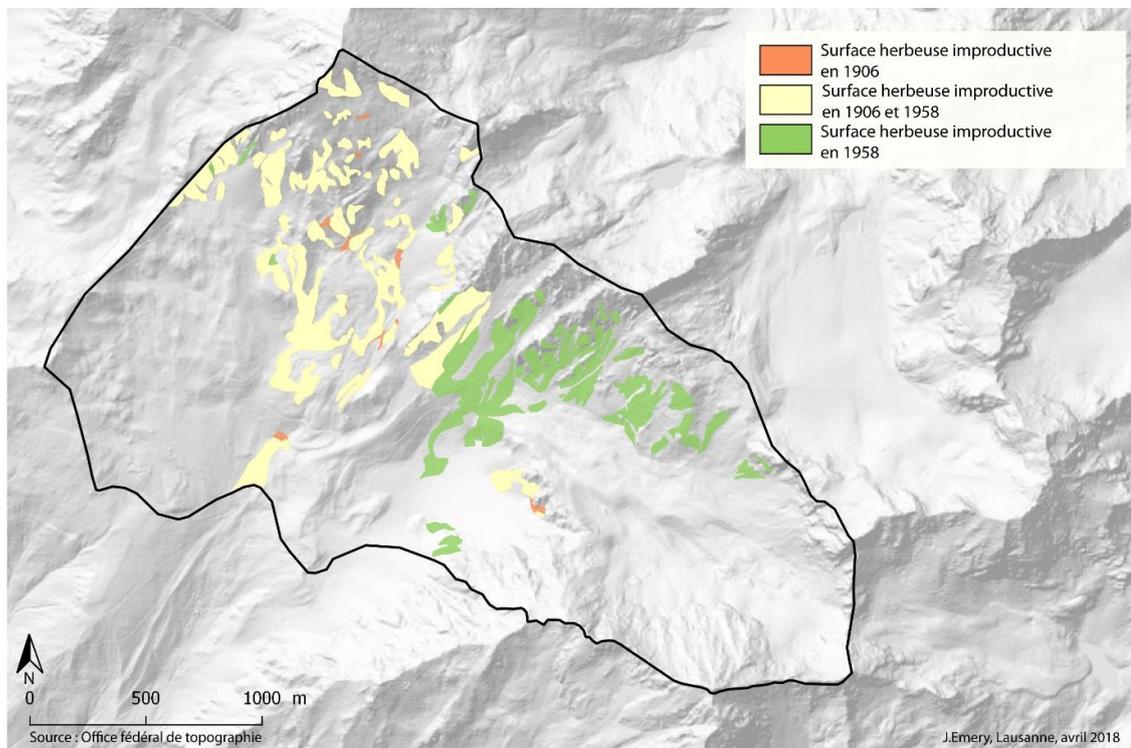


Figure 63: Evolution des surfaces herbeuses improductives à La Chaux de 1906 à 1958



Figure 64: Cabane du Mont-Fort entre 1925 et 1929. Source: 10713 Edition Art. Perrochet-Matile, Lausanne

Il en est de même pour les marais. Aucun marais n'apparaît sur les cartes Siegfried et seul le plus grand, celui de Patiéfray (Fig. 76A), dont la présence est attestée dans de nombreux documents, d'âge plurimillénaire, a pu être localisé et cartographié pour cette étude (Genoud, 2008). Cependant, il paraît improbable que tous les autres marais soient apparus en l'espace de 50 ans. Si seul le marais de Patiéfray a été cartographié sur les cartes synchroniques antérieures à 1906, il est très probable que d'autres marais de taille réduite faisaient déjà partie du paysage à l'époque. Cependant seul le marais de Patiéfray a été cartographié (Fig. 57).

1958 – 1988 : Développement du domaine skiable

Changements observés

En termes d'occupation du sol, les changements survenus durant cette période sont relativement peu importants. Le plus important concerne le glacier de La Chaux qui a perdu 7,4 hectares en 30 ans, libérant ainsi moraine de fond et affleurements rocheux (Tabl. 19). Les surfaces bâties se sont beaucoup développées au sud de l'alpage et sont passées de 0,3 à 0,7 hectares. Les aires hydrologiques ont doublé durant cette période avec l'augmentation de la taille du lac proglaciaire au front du glacier.

Tableau 19: Matrice de transition de 1958 à 1988

	Surface herbeuse improd.	1988										Total 1958
		Marais	Alpage ou pâturage	Espace bâti	Surface aplanie	Aire hydrologique	Eboulis	Moraine de fond	Affleurement rocheux	Glacier		
Surface herbeuse improd.	58.8	0	0.1	0	0	0	2.8	0	0	0.3	0	62
Marais	0.0	3.5	0.2	0	0	0	0	0	0	0	0	3.8
Alpage ou pâturage	0.1	0.7	132.1	0.4	0	0	0.4	0	0	0	0	133.6
Espace bâti	0	0	0.1	0.2	0	0	0.0	0	0	0	0	0.3
Surface aplanie	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Aire hydrologique	0	0	0	0	0	0.2	0	0	0	0	0	0.2
Eboulis	1.3	0.0	0.3	0	0	0	139.2	0	0.1	0	0	140.9
Moraine de fond	0	0	0	0	0	0.1	0	37.1	0.2	0	1.2	38.5
Affleurement rocheux	0.9	0	0.1	0.0	0	0	0.7	0.2	91.4	0.3	0	93.6
Glacier	0	0	0	0	0	0.1	0	4.4	4.3	32.2	0	41
Total 1988	61.1	4.3	132.7	0.7	0	0.4	143.2	41.7	96.4	33.6	0	
Changement (ha)	0.9	0.5	-0.9	0.4	0	0.2	2.3	3.2	2.8	-7.4	0	
Changement (%)	1.5	13.2	-0.7	133.3	-	100	1.6	8.3	3.0	-18.1	0	

Explication des changements

Les années 1960 à 1980 correspondent à une phase de refroidissement du climat au cours du réchauffement observé depuis la fin du Petit Age Glaciaire. Durant cette période, certains glaciers des Alpes sont en crue tandis que d'autres reculent à une vitesse moins importante ou restent stationnaires (Rapport glaciologique, 2017). Durant les années 1970, le glacier de La Chaux a continué à reculer. Au début des années 1980, une langue du glacier progresse sans que toutefois le glacier regagne significativement en largeur. Ainsi, si le glacier a certainement continué à diminuer en volume, il a néanmoins gagné en longueur. Le retrait du glacier dans sa partie nord a libéré un espace plus important pour le lac proglaciaire déjà présent à la période précédente (Fig. 65).

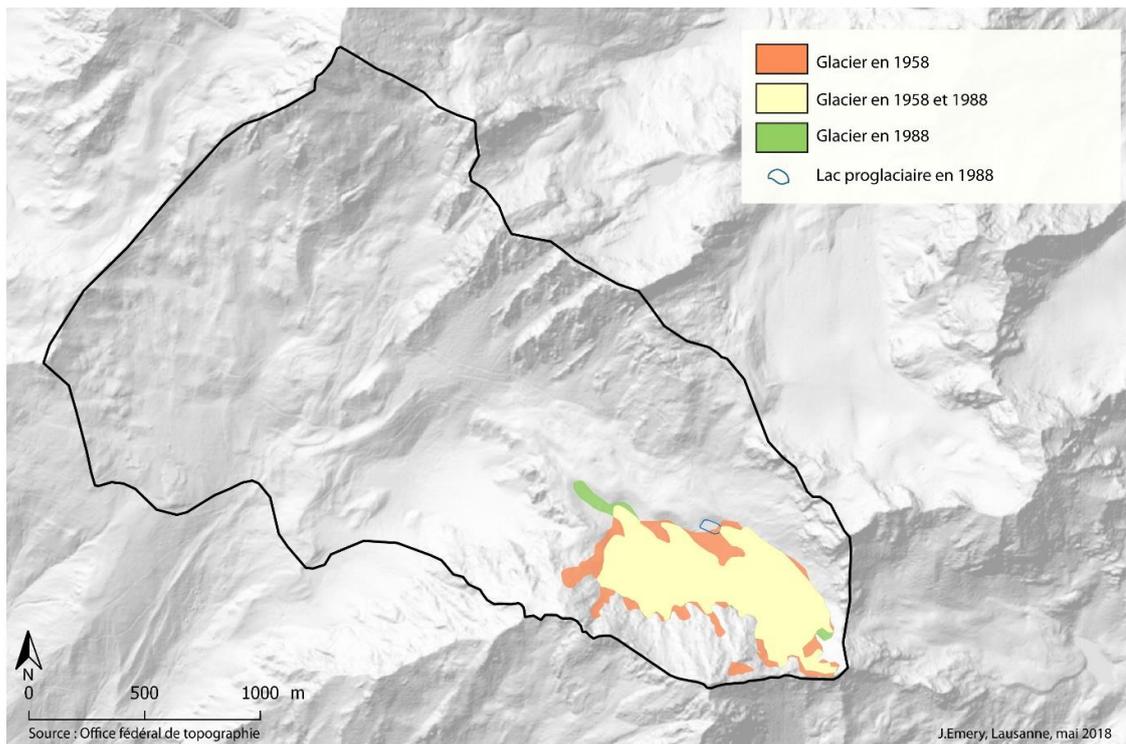


Figure 65: Evolution des aires de glaciers à La Chaux de 1958 à 1988

Les surfaces bâties ont considérablement évolué, ce qui s'explique avec le développement du tourisme dans la région durant cette période (Fig. 66). En 1960, un premier télésiège est construit sur la partie est du secteur (Televerbier SA, 2018) et les nombreux îtres abandonnés sont progressivement détruits car ils constituent un danger pour les skieurs (Bagnes, 2000). En 1986, alors que le domaine skiable des 4 Vallées s'étendait déjà jusqu'au Mont-Fort, l'imposante station de télécabine allant de La Chaux aux Gentianes est construite (Remontees.mecaniques.net, 2013b). Si jusqu'en 1958, les bâtiments étaient pratiquement tous agricoles, à partir de cette période le développement est destiné aux activités touristiques. Le secteur de La Chaux connaît désormais une double fonction. En été, les activités agro-pastorales demeurent importantes, tandis qu'en hiver, ces mêmes pentes sont destinées aux sports d'hiver (Bagnes, 2000).

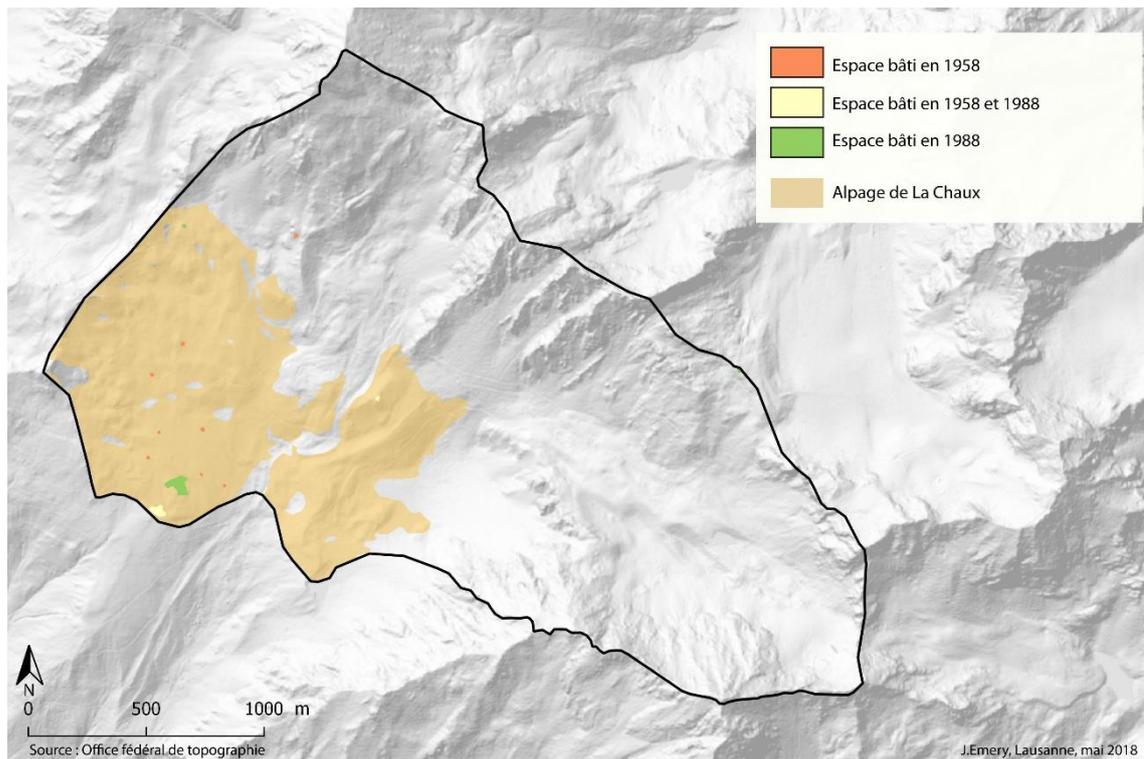


Figure 66: Evolution des espaces bâtis à La Chaux de 1958 à 1988

La carte de l'occupation du sol à La Chaux en 1988 montre bien les nombreux aménagements entrepris pour le domaine skiable (Fig. 67). Nous distinguons trois télécabines qui traversent le secteur, dont celle pour le col des Gentianes qui traverse le secteur d'ouest en est avec des pylônes très élevés. A la fin des années 1970, une route sinueuse (Fig. 75A) pour le col des Gentianes a été aménagée pour permettre la construction du télécabine Gentianes – Mont-Fort (Fig. 77) (Bagnes, 2000). Cette route impacte de nombreuses formes géomorphologiques dans la zone proglaciaire du glacier. Elle traverse notamment des éboulis mais également le seul glacier rocheux actif/inactif du secteur en dénaturant sa forme (Lambiel et Reynard, 2003).

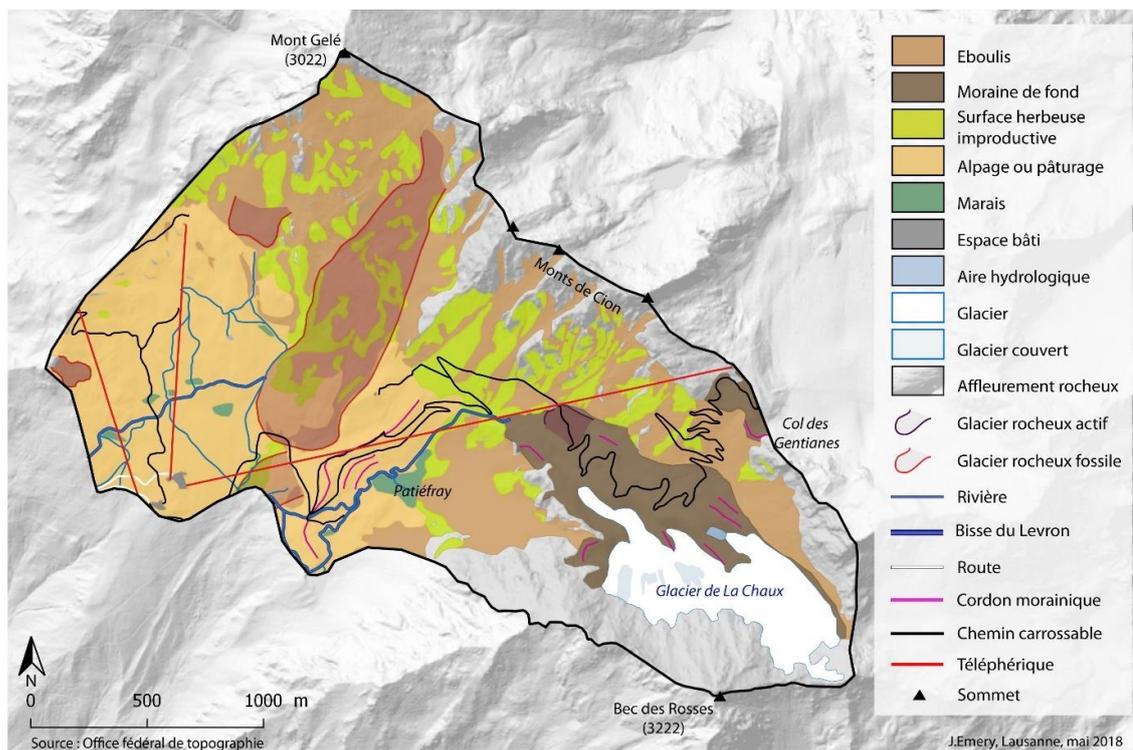


Figure 67: Occupation du sol à La Chaux en 1988

1988 – 2010 : Altération du domaine périglaciaire

Changements observés

Durant cette période, les changements concernent essentiellement la partie est du secteur, dans le vallon de La Chaux. Le plus important concerne le glacier qui a reculé à un rythme plus soutenu, enregistrant une perte de 57,7% de la surface qu'il avait en 1988 (Tabl. 20). Ce retrait libère des aires de moraines de fond, ainsi que des affleurements rocheux. Nous relevons que 13,4 hectares de la surface ont été aplanis artificiellement, essentiellement sur de la moraine de fond et des éboulis afin de favoriser la pratique du ski.

Tableau 20: Matrice de transition de 1988 à 2010

		2010											
Surface (ha)		Surface herbeuse improd.	Marais	Alpage ou pâturage	Espace bâti	Surface aplanie	Aire hydrologique	Eboulis	Moraine de fond	Affleurement rocheux	Glacier	Total 1988	
1988	Surface herbeuse improd.	60.4	0.0	0.0	0	0.3	0	0.3	0	0.1	0	61.2	
	Marais	0	4.3	0	0	0	0	0	0	0	0	4.3	
	Alpage ou pâturage	0.2	0.5	131.8	0.3	0	0	0	0	0	0	132.7	
	Espace bâti	0	0	0	0.7	0	0	0	0	0	0	0.7	
	Surface aplanie	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
	Aire hydrologique	0	0	0	0	0	0.4	0	0	0	0	0.4	
	Eboulis	3.6	0	0.2	0	3.2	0	136.1	0	0.1	0	143.2	
	Moraine de fond	0	0	0	0	9.8	0.1	0	31.8	0.0	0	41.7	
	Affleurement rocheux	0.1	0	0	0	0	0	0	0	96.3	0	96.4	
	Glacier	0	0	0	0	0	0.1	0	18.3	1.0	14.2	33.6	
	Total 2010	64.3	4.7	132	1	13.4	0.5	136.4	50.1	97.4	14.2		
	Changement (ha)	3.1	0.4	-0.7	0.3	13.4	0.1	-6.8	8.4	1	-19.4		
	Changement (%)	2.3	9.3	-0.5	42.9	25	-4.8	20.1	1.0	-57.7			

Explication des changements

Le réchauffement climatique observé en Suisse à partir des années 1990 est le plus important jamais mesuré et on voit, dans toutes les Alpes, les glaciers reculer à un rythme plus important que jamais (Dumoulin et Zryd, 2010). Le glacier de La Chaux a, durant cette période,

considérablement reculé (Fig. 68). Seule sa partie la plus au sud, protégée du soleil par le Bec des Rosses, subsiste encore, libérant totalement des glaces le chemin pour le col de La Chaux. Cette zone étant particulièrement exposée aux chutes de pierre, une bonne partie du glacier évolue sous la forme de glacier couvert.

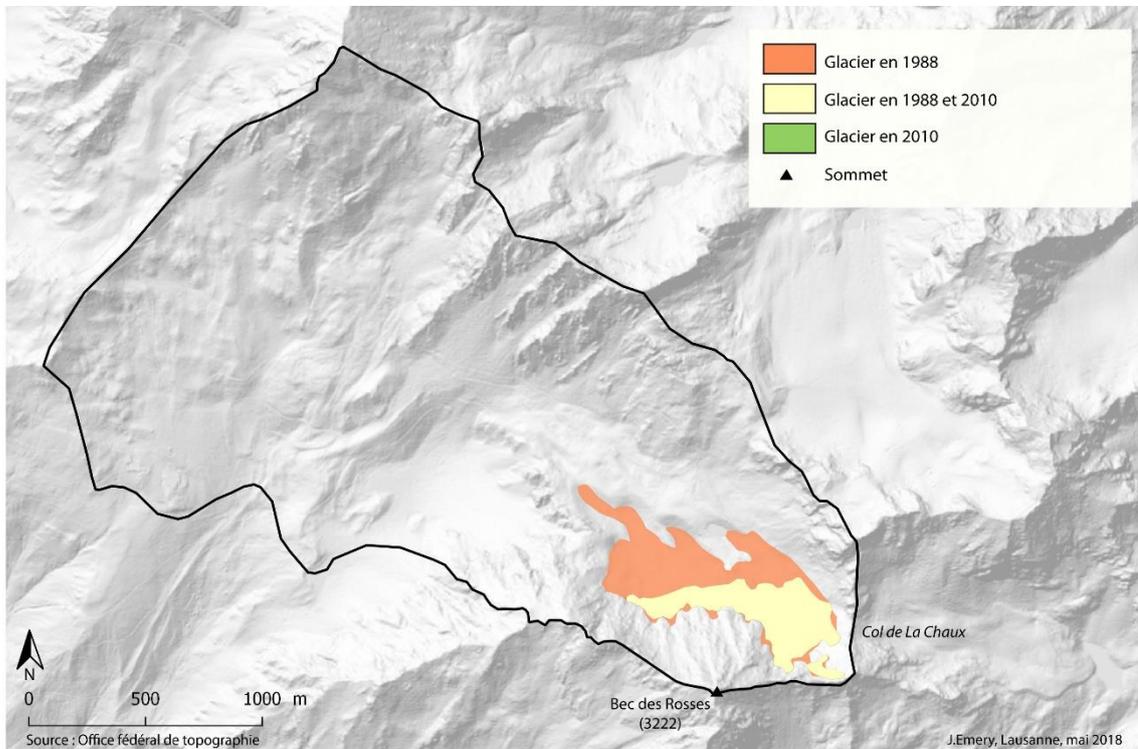


Figure 68: Evolution des aires de glacier à La Chaux de 1988 à 2010

Avec le retrait important du glacier, la marge proglaciaire est plus étendue que jamais. Néanmoins, en 1997, d'important travaux d'aplanissement sont entrepris pour tracer la piste de ski (Fig. 74B). Si ces travaux n'affectent pas radicalement le paysage qui était déjà minéral, le front du glacier rocheux a été fortement dénaturé (Lambiel et Reynard, 2003). La carte de la figure 69 met bien en avant l'extension de la moraine de fond suite au retrait glaciaire et les zones où celle-ci a été dénaturée par les travaux d'aménagement (en orange).

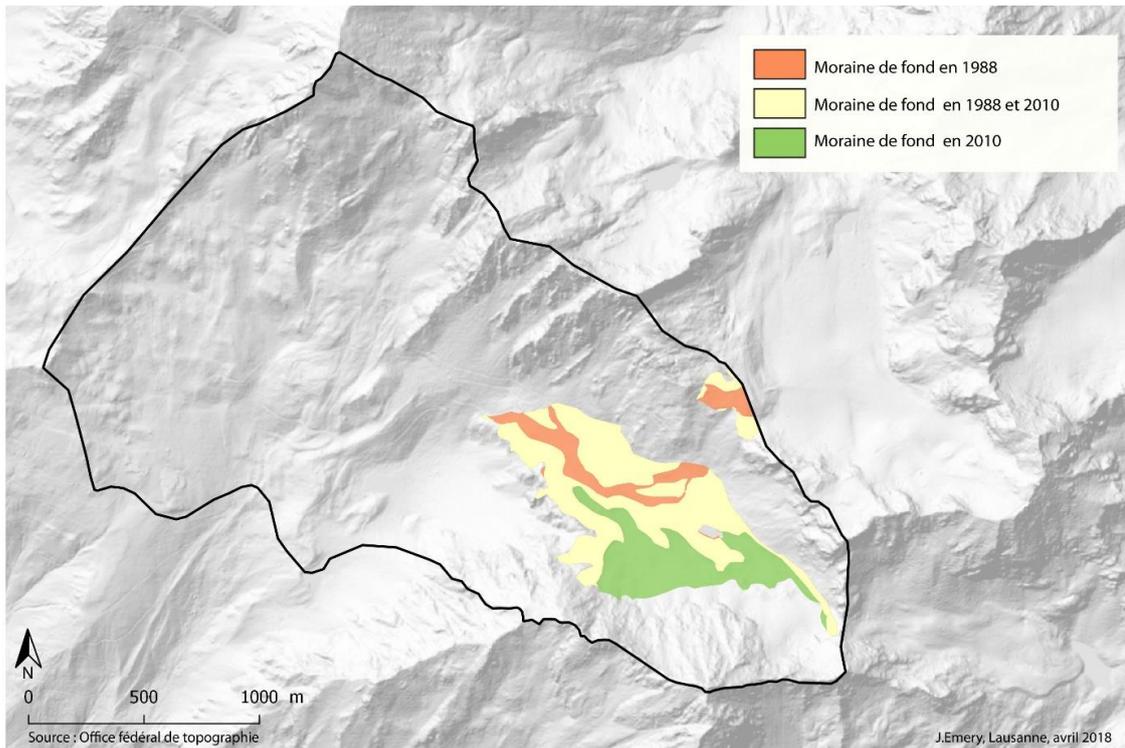


Figure 69: Evolution des surfaces de moraine de fond à La Chaux de 1988 à 2010

5.3.5. Synthèse

Les transformations du paysage au cours des 132 ans sont visibles sur le graphique de la figure 70 et la matrice de transition du tableau 21. Nous pouvons les analyser en découpant le territoire selon les trois parties évoquées dans le chapitre 5.3.3. La figure 78 présente la géomorphologie actuelle du secteur.

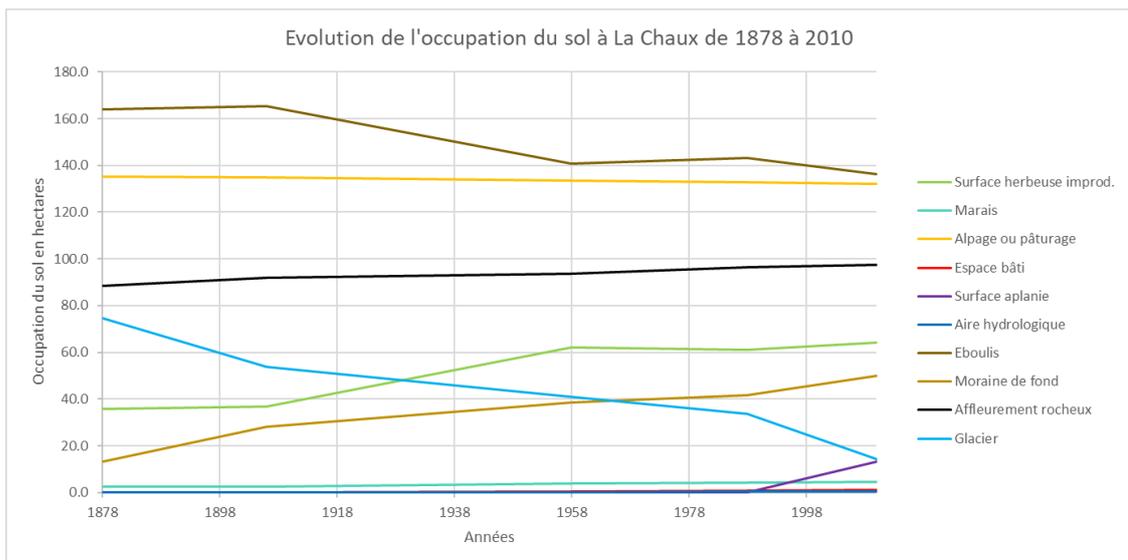


Figure 70: Evolution de l'occupation du sol à La Chaux de 1878 à 2010

Tableau 21: Matrice de transition de 1878 à 2010

		2010										
	Surface (ha)	Surface herbeuse improd.	Marais	Alpage ou pâturage	Espace bâti	Surface aplanie	Aire hydrologique	Eboulis	Moraine de fond	Affleurement rocheux	Glacier	Total 1878
	Surface herbeuse improd.	33.4	0.1	0.0	0	0	0	2.4	0	0.0	0	35.9
	Marais	0.0	2.5	0.1	0	0	0	0	0	0	0	2.6
	Alpage ou pâturage	0.4	2.1	131.2	0.9	0	0	0.4	0	0	0	135.1
	Espace bâti	0	0	0.0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Surface aplanie	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Aire hydrologique	0	0	0	0	0	0.1	0	0	0	0	0.1
	Eboulis	29.0	0.0	0.5	0	3.6	0	130.6	0	0.5	0	164.1
	Moraine de fond	0	0	0	0	4.3	0	0	8.9	0.1	0	13.3
	Affleurement rocheux	1.4	0	0.2	0	0	0	0.7	0.3	85.7	0	88.3
1878	Glacier	0	0	0	0.0	5.5	0.5	2.4	40.9	11.1	14.2	74.5
	Total 2010	64.3	4.7	132	1	13.4	0.5	136.4	50.1	97.4	14.2	
	Changement (ha)	28.4	2.1	-3.1	1	13.4	0.4	-27.7	36.8	9.1	-60.3	
	Changement (%)	79.1	80.8	-2.3	-	-	400	-16.9	276.7	10.3	-80.9	

Une zone en équilibre aux conditions actuelles

La partie nord-ouest du secteur, celui du versant sud du Mont-Gelé (Fig. 76B), n'a pratiquement pas changé au cours du temps. L'accès en télécabine pour le Mont-Gelé s'effectuant depuis les Attelas à l'ouest, le versant sud est resté en marge du développement du domaine skiable. Cela peut s'expliquer par le fait que, lors de la construction de cette télécabine en 1959 (Luisier et Michellod, 2012), le domaine skiable n'était pas encore étendu dans la région de La Chaux et que, par conséquent, il n'y avait aucune raison de faire partir une télécabine depuis le sud.

Cette partie n'a également pas connu de changements radicaux lié à des facteurs naturels. Malgré une altitude plus importante que le vallon de La Chaux, la zone était déjà, en 1850, dépourvue de glace et partiellement végétalisée. Cela est dû aux pentes raides, exposées plein sud, défavorables au développement de glaciers ou du permafrost (Schütz, 2007). La carte des changements des aires d'éboulis (Fig. 71) illustre bien le clivage entre les parties nord-ouest et est du secteur qui ont évolué avec des dynamiques très différentes.

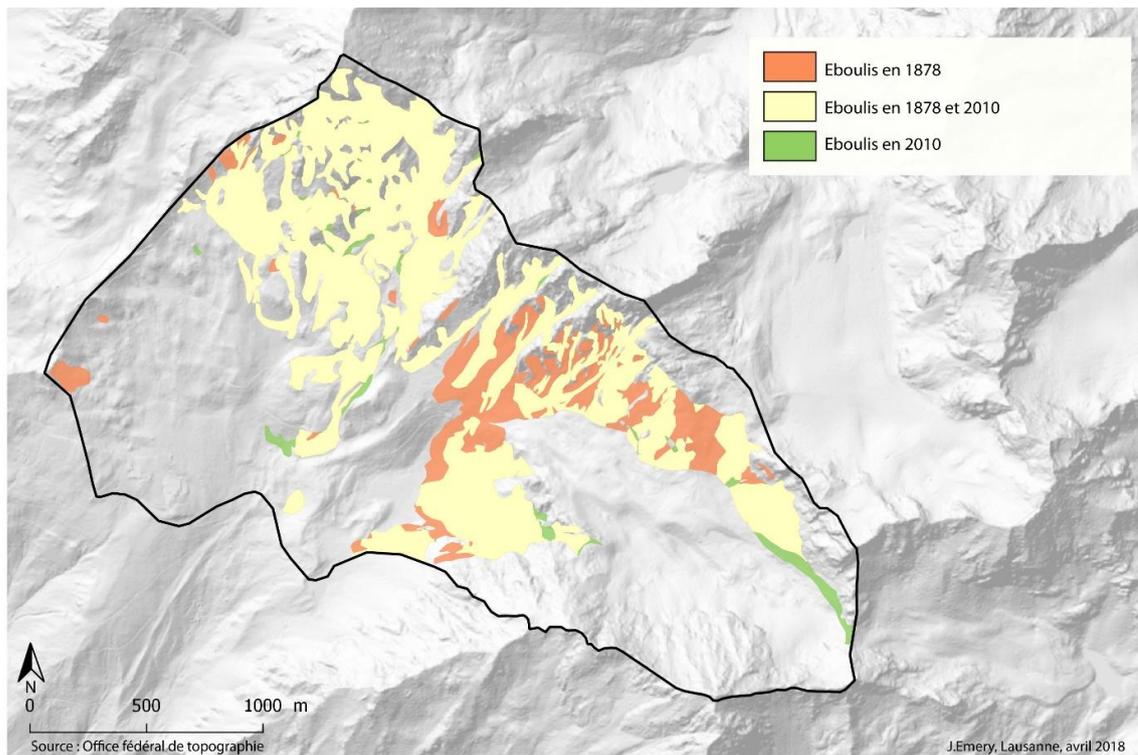


Figure 71: Evolution des aires d'éboulis à La Chaux de 1878 à 2010.

Un alpage qui s'est modernisé

Malgré les changements socio-économiques importants qu'a connus la région durant la période d'étude, les aires d'alpages, dominant la partie sud-ouest du secteur, n'ont pratiquement pas évolué. Encore exploité aujourd'hui, l'alpage de la Chaux s'est modernisé au cours de la période d'étude avec la destruction d'îtres et d'anciens bâtiments agricoles au profit d'étables plus modernes au sud. Mis à part les remonte-pentes traversant le paysage, l'alpage n'a pas connu d'aménagements importants suite à sa mise en l'exploitation en tant que domaine skiable (Fig. 74A, 76A et 76B). Sur la carte de la figure 72, nous voyons que son extension en 2010 est semblable à celle de 1878. En effet, les limites de l'alpage étant définies par la topographie, son périmètre est déterminé par les formes géomorphologiques environnantes qui n'ont pas ou peu évolué au cours du temps (éboulis, glaciers rocheux fossiles, affleurements rocheux).

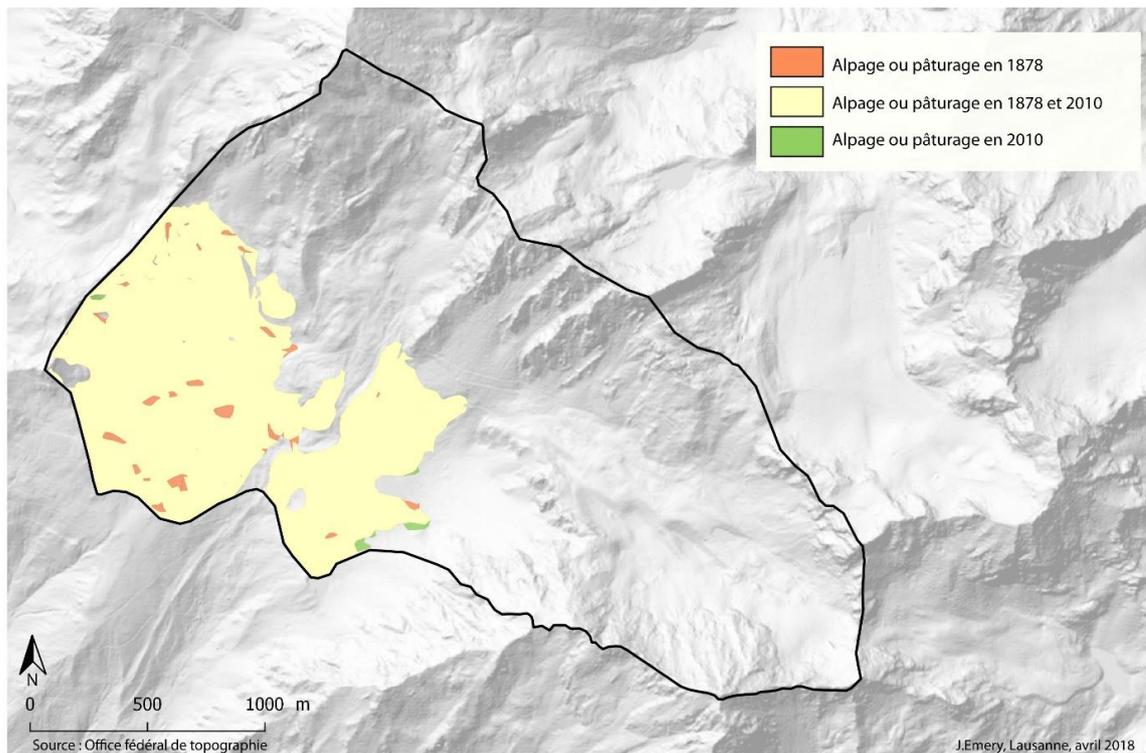


Figure 72: Evolution des aires d'alpages ou de pâturages à La Chaux de 1878 à 2010

Une transformation radicale du paysage

C'est dans le vallon de La Chaux que les transformations ont été les plus importantes. Le changement majeur est le recul du glacier de La Chaux qui a perdu 81 % de sa surface depuis 1878 (Tabl. 21). Alors que son front descendait jusqu'à une altitude de 2400 mètres, il se situe aujourd'hui au-dessus de 2800 mètres. Nous pouvons voir sur la figure 70 que le recul s'est effectué à des rythmes différents et qu'il n'a jamais été aussi rapide qu'entre 1988 et 2010. Le glacier n'occupant plus que 14 hectares en 2010, sa disparition semble imminente au rythme actuel (voir la photo du glacier en septembre 2016 à la figure 75A). L'évolution du glacier de La Chaux au cours de la période d'étude est visible sur la figure 73. La disparition du glacier est une conséquence du réchauffement climatique observé depuis la fin du PAG et se traduit par une minéralisation importante du paysage suite à la libération d'une vaste marge proglaciaire (Fig. 75A). Et même si un climat plus chaud permet le développement de la végétation à des altitudes plus élevées, ce phénomène a une inertie bien plus importante que le retrait du glacier et ne « compense » pas la minéralisation du paysage. Sur la figure 72 nous avons vu que des surfaces d'éboulis ont disparu pour laisser la place à des étendues d'herbe. Néanmoins, il faut aussi tenir compte du fait qu'une part non négligeable du changement s'explique tout simplement par le changement de type de carte (de Siegfried à la carte Nationale). Il faut ainsi atténuer l'ampleur du changement.

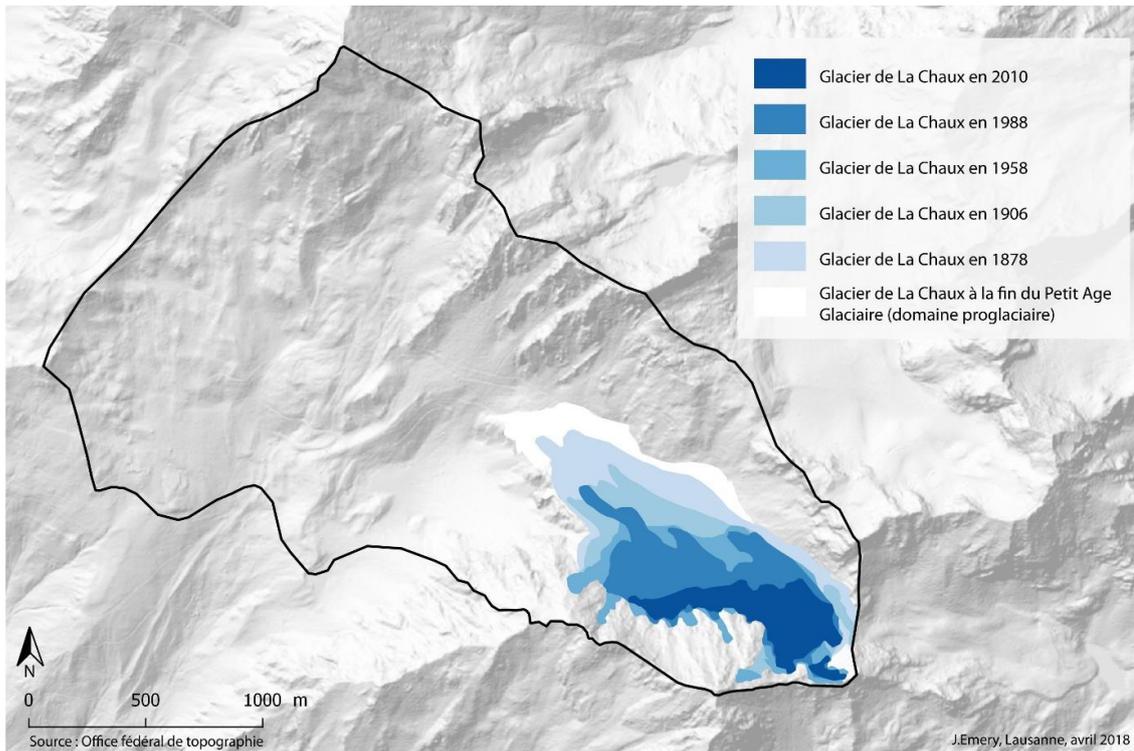


Figure 73: Evolution du glacier de La Chaux depuis la fin du Petit Age Glaciaire

Si jusqu'au début des années 1970, toutes les transformations du paysage dans le vallon sont liées à des causes naturelles, à partir de la fin des années 1970, elles sont également liées au développement du tourisme. Le retrait du glacier a rendu le paysage moins attractif, mais, en libérant l'accès au col des Gentianes, il a permis le développement du domaine skiable en direction du Mont-Fort. Ainsi, la marge proglaciaire libérée a fortement été remaniée par les routes et les pistes de ski.

Quel sens donner à la moraine de fond ?

Dans cette étude de cas, il est intéressant de noter que certains phénomènes problématiques, tels que le recul du glacier de La Chaux, constituent en fin de compte une occasion de développement. En effet, sans ce recul, il n'aurait pas été possible de tracer la route pour le Col des Gentianes pour permettre la construction du téléphérique du Mont-Fort (du moins par cet itinéraire). En revanche, les travaux de terrassement n'auraient pas été nécessaires, si le glacier avait encore été présent. La marge proglaciaire symbolise ainsi les différentes manières dont l'homme s'approprie un phénomène. D'un côté, son existence est intrinsèquement liée au réchauffement climatique et aboutit à la perte d'un élément autrefois important et attractif du paysage. Mais son retrait a permis le développement du domaine skiable et l'accès au Mont-Fort, point culminant du domaine des 4 Vallées.



Figure 74A: Alpage et domaine skiable qui cohabitent. Figure 74B: Piste aplanie. Photos: J.Emery



Figure 75A: Glacier de La Chaux, son lac proglaciaire et la route sinueuse. Figure 75B: Bisse du Levron et télésièges. Photos: J. Emery



Figure 76A: Marais (A), remontée mécanique (B) et cabane du Mont-Fort (C). Figure 76B: Le Mont-Gelé au troisième plan. Photos: J. Emery



Figure 77 : Départ de la télécabine pour le Col des Gentianes(A) et glacier rocheux de La Chaux (B). Photo : J.Emery

La Chaux

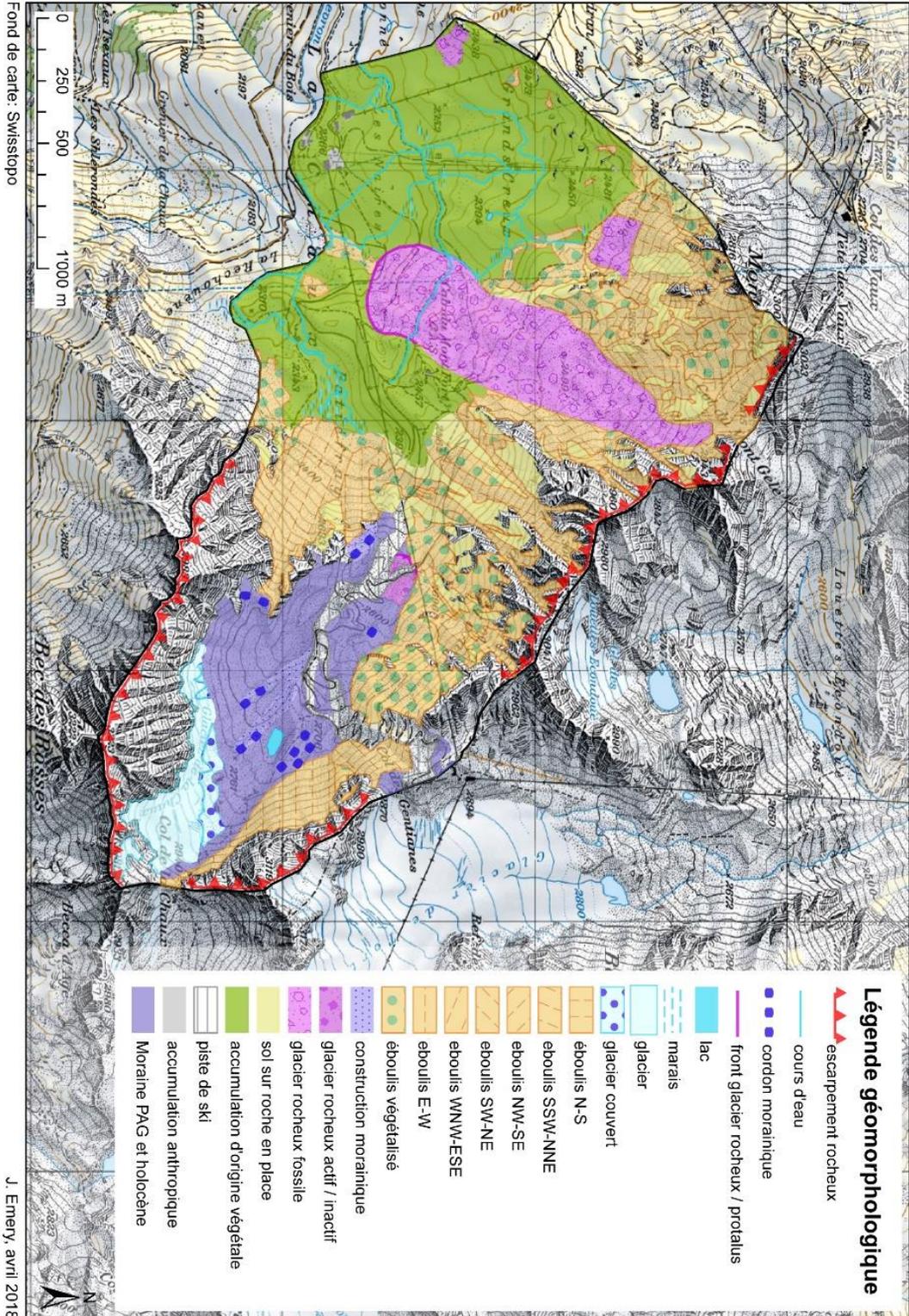


Figure 78: La géomorphologie du secteur de La Chaux en 2010. Source : Office fédéral de topographie

5.4. Sarreyer

5.4.1. Tendances

Tout comme le secteur du cône de Champsec situé sur la rive opposée, celui de Sarreyer constitue une zone agricole importante. Cependant, son évolution au cours de la période d'étude a été radicalement différente. Situé sur une pente forte, le secteur de Sarreyer a, au cours de son histoire, fortement été touché par la déprise agricole et les conséquences du remaniement parcellaire. Cela s'est traduit par un reboisement important des pentes. Entre 1906 et 1964, les activités agro-pastorales dominent largement et seule une faible augmentation des aires boisées au détriment des alpages est constatée. À la suite du remaniement parcellaire en 1963, nous remarquons une diminution importante des champs, des alpages et des pâturages au profit des aires boisées (Bagnes, 1976). Aujourd'hui, même si les chalets de vacances ont remplacé les mayens, Sarreyer n'a pas connu de développement urbain important (Commune de Bagnes, 2017a). Cela s'explique par sa position géographique relativement défavorable. Les différentes étapes de l'évolution du secteur sont illustrées dans la figure 79.

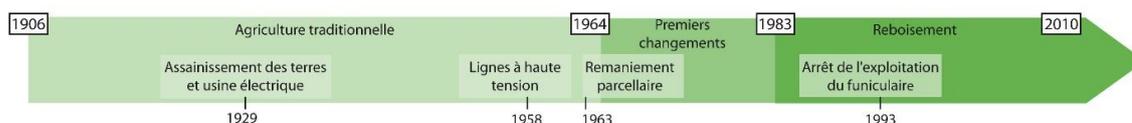


Figure 79: Frise chronologique du secteur de Sarreyer

5.4.2. Sources et données utilisées

Les cartes topographiques de la Confédération de 1906, 1964, 1983 et 2010, correspondant à des dates importantes, ont été utilisées pour la réalisation des cartes synchroniques. La carte de 1906 présente le secteur dans un état « initial ». La période de 1906 à 1964 montre l'évolution du territoire modelé par les activités agricoles traditionnelles, la période de 1964 à 1983 les premiers changements résultant du remaniement parcellaire, la période de 1983 à 2010 les évolutions plus récentes du territoire.

De nombreuses images aériennes et orthophotos datant de 1935 à 2015 ont été utilisées pour compléter l'analyse. Les cartes de l'utilisation simplifiée du sol, des classes de pente de plus de 30°, ainsi que la carte « swissALTI3D estompage du relief », toutes disponibles sur le site map.geo.admin.ch (consulté le 05.06.18), ont constitué une aide précieuse. La carte interactive du territoire de la commune de Bagnes (Commune de Bagnes, 2018c), ainsi que divers documents textuels, se sont aussi avérés riches en informations.

5.4.3. Le paysage en 1906

La carte de la figure 80 a en partie été réalisée à partir de la carte Siegfried de 1906. Mais les imprécisions étant nombreuses, le recours à divers documents, anciennes photographies et aux images aériennes de 1935, a été indispensable.

Les cartes Siegfried de 1906 et 1935 ne représentent strictement aucun arbre dans la partie aval du secteur, mais leur présence est attestée par des sources diverses. Selon un récit d'un voyage au Giétroz du préfet Eugène Besse en 1863, Sarreyer est décrit comme un village perché dont les pentes sont environnées d'arbres fruitiers, de belles prairies et de champs fertiles (Carron et al., 1983, p. 10).

La répartition des arbres sur l'ensemble du secteur est pratiquement identique sur les cartes Siegfried de 1906 et 1935. Cela signifie qu'il n'y a pas eu d'évolution importante pour cette classe d'occupation du sol entre ces deux dates. Sur la base de cette hypothèse, il a été possible de reconstituer la répartition des arbres à partir de l'image aérienne de 1935. La répartition des vergers, non-représentés sur les cartes Siegfried, s'est faite à partir de la même image aérienne mettant clairement en avant le fait que les arbres fruitiers parsemaient toute la partie aval du versant où sont également répartis des champs. A l'aide de ces différentes sources, nous avons pu représenter les aires boisées et les arbres fruitiers dans cette partie du secteur.

Bien que cela n'ait pas été représenté sur la carte Siegfried de 1906, il a été possible, grâce aux noms des lieux, de déterminer une zone où la Dranse de Bagnes inonde fréquemment des terres et forme des îles. En effet, en patois le nom de lieu « *i-z ie* » signifie « relief formé par l'érosion » (Bagnes, 2000). Cette zone a été représentée sur la carte ci-dessous (Fig. 80) par des aires hydrologiques formant des chenaux anastomosés et des surfaces herbeuses improductives.

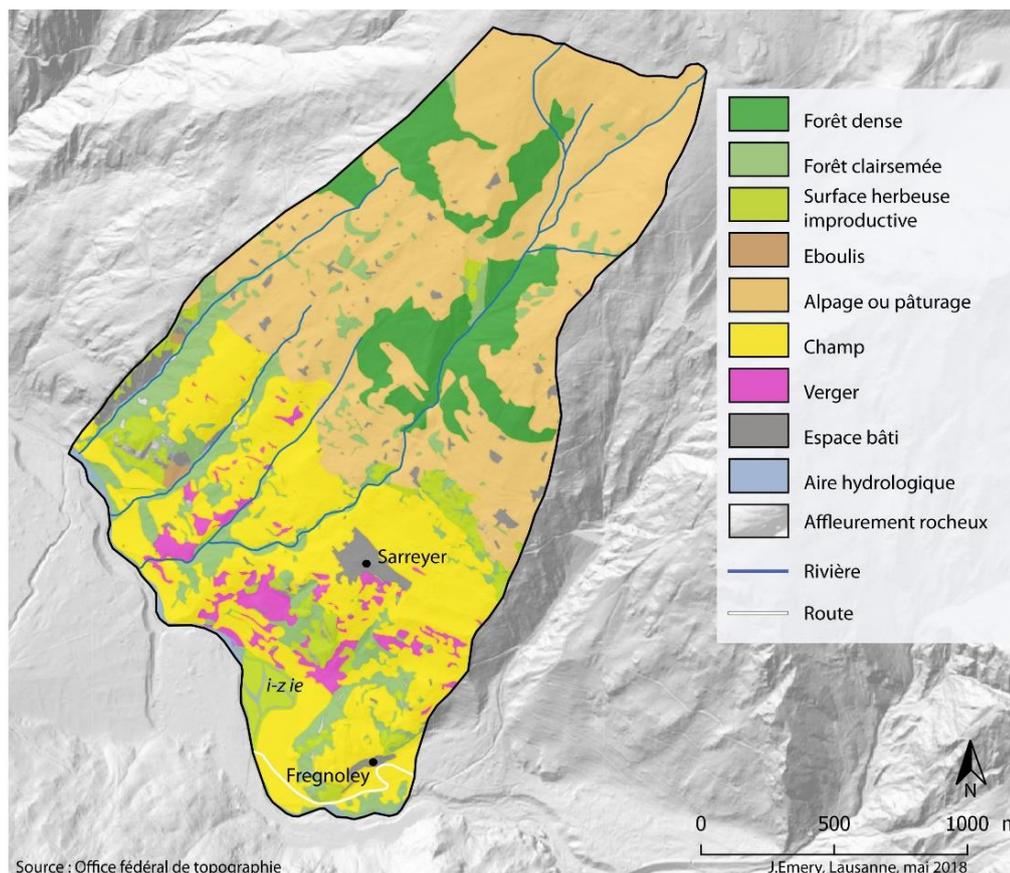


Figure 80: Occupation du sol sur le versant de Sarreyer en 1906

Occupant 136 hectares sur les 360 hectares totaux du secteur d'étude, les alpages et pâturages constituent l'aire d'occupation principale du sol en 1906. Ils occupent toute la partie amont du secteur à partir de 1350 mètres d'altitude. En dessous de cette limite, le versant est principalement occupé par 92,5 hectares de champs de céréales (froment et seigle notamment) (Bagnes, 2000) et de 13,1 hectares d'arbres fruitiers. Les aires boisées occupent une proportion importante du sol. Les 40,4 hectares de forêts denses se situent dans la partie amont du terrain d'étude. Par opposition, les aires de forêts clairsemées se situent essentiellement dans la partie aval. Les aires improductives tels que les affleurements rocheux, éboulis ou surfaces herbeuses improductives occupent une proportion importante du territoire et se situent essentiellement dans les parties les plus escarpées en aval. Enfin, les espaces bâtis ne représentent que 7,9 hectares et sont constitués au centre par le village de Sarreyer (le plus important), en aval, par celui de Fregnoley, ainsi que par de nombreux hameaux répartis sur tout le territoire.

L'organisation du paysage s'explique par l'économie agro-pastorale traditionnelle qui caractérisait le secteur au début du XX^e siècle, mais également par la dénivellation. Le gradient altitudinal met en évidence l'étagement des différents éléments du paysage (Fig. 81). Ainsi, en aval le paysage est dominé par les champs, les villages agricoles et les arbres fruitiers. La partie

amont est dominée par les alpages, les mayens et des aires de forêts denses protégeant le village de Sarreyer, en aval, de dangers naturels. L'emplacement du village est logiquement situé sur une terrasse naturelle au milieu de la pente exposée en plein sud. A cette époque, aucune route importante ne reliait le village de Sarreyer au reste de la vallée. En revanche, de nombreux torrents dévalent les pentes pour arroser les cultures très exposées au rayonnement solaire.

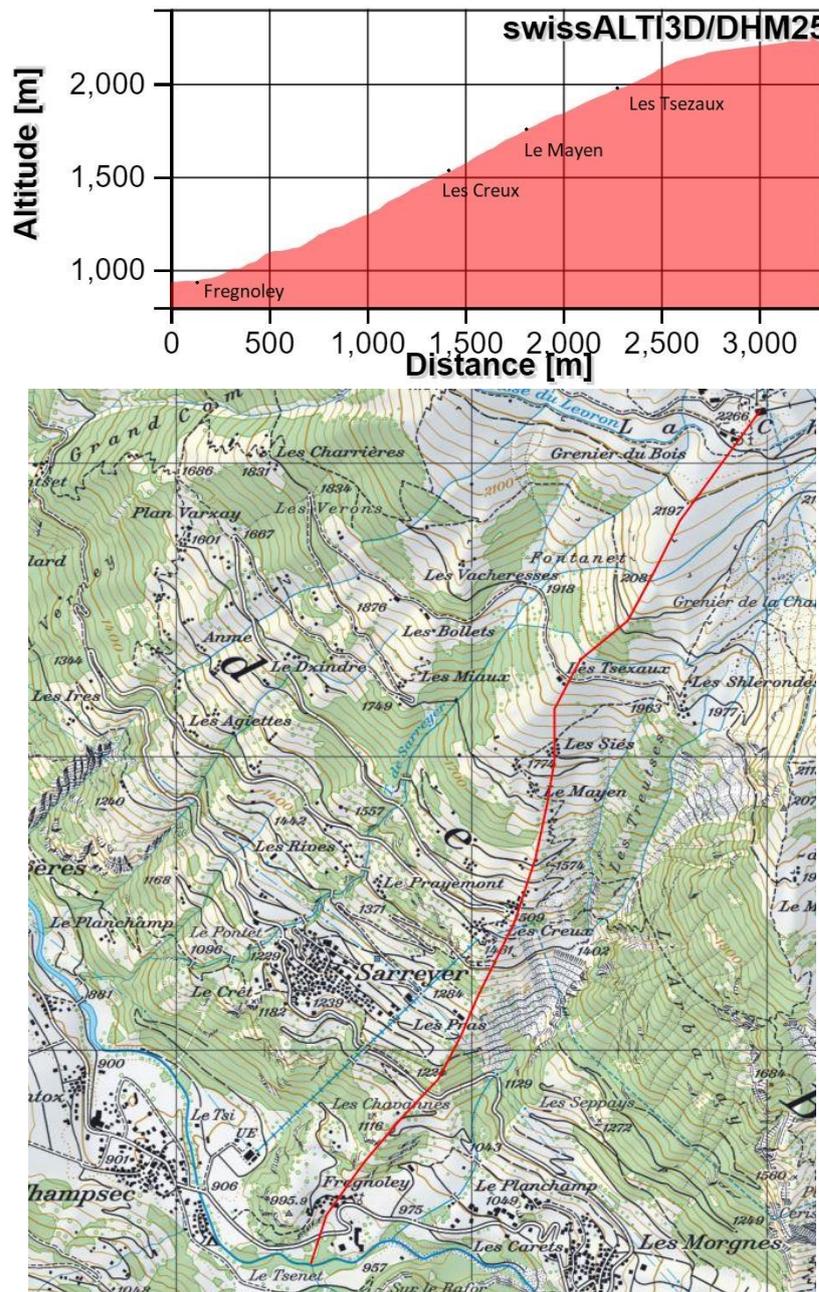


Figure 81: Profil en long du versant de Sarreyer. Source : Office fédéral de topographie, modifié par J. Emery

5.4.4. Les changements paysagers

1906 – 1964 : Agriculture traditionnelle

Changements observés

Durant cette période, le changement le plus important concerne l'augmentation de 21,8 hectares des aires de forêts denses (voir Tabl. 22). Cette augmentation s'est essentiellement faite au détriment des aires de forêts clairsemées dans la partie aval (correspondant à une hausse de 19,2 hectares), mais aussi au détriment des alpages ou pâturages (correspondant à une hausse de 2,7 hectares). Par ailleurs, les forêts clairsemées se sont elles-mêmes étendues au détriment des champs (9,3 hectares) et des alpages (4,2 hectares). Il en résulte que les forêts clairsemées n'ont finalement diminué que de 5,6 hectares. Les aires hydrologiques, qui représentent la largeur du lit de la Dranse de Bagnes ont reculé de 1,9 hectares, ce qui correspond à une diminution de 57,6% de leur surface « initiale ».

Tableau 22: Matrice de transition de 1906 à 1964

	Surface (ha)	1964										Total 1906	
		Forêt dense	Forêt clairsemée	Surface herbeuse improd.	Champ	Alpage ou pâturage	Vergers	Espace bâti	Aire hydrologique	Eboulis	Affleurement rocheux		
	Forêt dense	38.9	0.9	0.1	0	0.6	0	0	0	0	0	0	40.4
	Forêt clairsemée	19.2	21.0	2.3	2.1	1.3	0	0	0	0.3	0	0	46.2
	Surface herbeuse improd.	0.6	4.5	6.1	3.4	0.4	0	0.0	0	0	0	0	15
	Champ	0.6	9.3	5.2	76.7	0.6	0	0.4	0	0	0	0	92.6
	Alpage ou pâturage	2.7	4.2	0.8	0.8	126.9	0	0.3	0	0	0	0	135.7
	Vergers	0	0.2	0	0.3	0	12.6	0	0	0	0	0	13.1
	Espace bâti	0	0.0	0	0.2	0.4	0	7.3	0	0	0	0	7.9
	Aire hydrologique	0.4	0.5	0.1	1.0	0	0	0.0	1.4	0	0	0	3.3
	Eboulis	0	0.1	0.3	0	0	0	0	0	0.3	0	0	0.7
1906	Affleurement rocheux	0	0.0	0.4	0	0	0	0	0	0	5.2	0	5.7
	Total 1964	62.2	40.6	15.2	84.5	130.2	12.6	8	1.4	0.6	5.2	0	
	Changement (ha)	21.8	-5.6	0.2	-8.2	-5.5	-0.5	0.1	-1.9	-0.1	-0.5	0	
	Changement (%)	54.0	-12.1	1.3	-88.6	-4.1	-3.8	1.3	-57.6	-14.3	-8.8	0	

Explication des changements

Les premières décennies du XX^e siècle sont marquées par des changements importants dans le domaine agricole. Les céréales devenues trop peu rentables sont remplacées par la pomme de terre et les légumes. Alors qu'ils couvraient encore 96 hectares en 1929, les céréales n'en couvrent plus que 7 en 1961 (Deslarzes, 1998). La culture de la fraise arrive dans le Val de Bagnes durant les années 1930 et on note une diminution de 13% des exploitants agricoles de 1917 à 1939 (Deslarzes, 1998). L'agriculture de marché a remplacé celle chargée de remplir les besoins alimentaires et les terrasses sont envahies par les buissons et prairies (Deslarzes, 1998).

Le reboisement observé durant cette période est une conséquence de la déprise agricole (Bagnes, 1976). Nous observons une densification des aires boisées dans la partie aval, ainsi qu'une progression des forêts clairsemées sur les anciens champs. Nous observons également une augmentation et densification des surfaces boisées sur les zones les plus escarpées du secteur d'étude, notamment le long des talwegs des torrents, ce qui peut traduire une diminution de l'activité érosive de ces derniers (Fig. 82). Sur un total de 16,2 hectares d'aires reboisées entre 1906 et 1964, seuls 5,5 hectares se trouvent sur une pente inférieure à 30°.

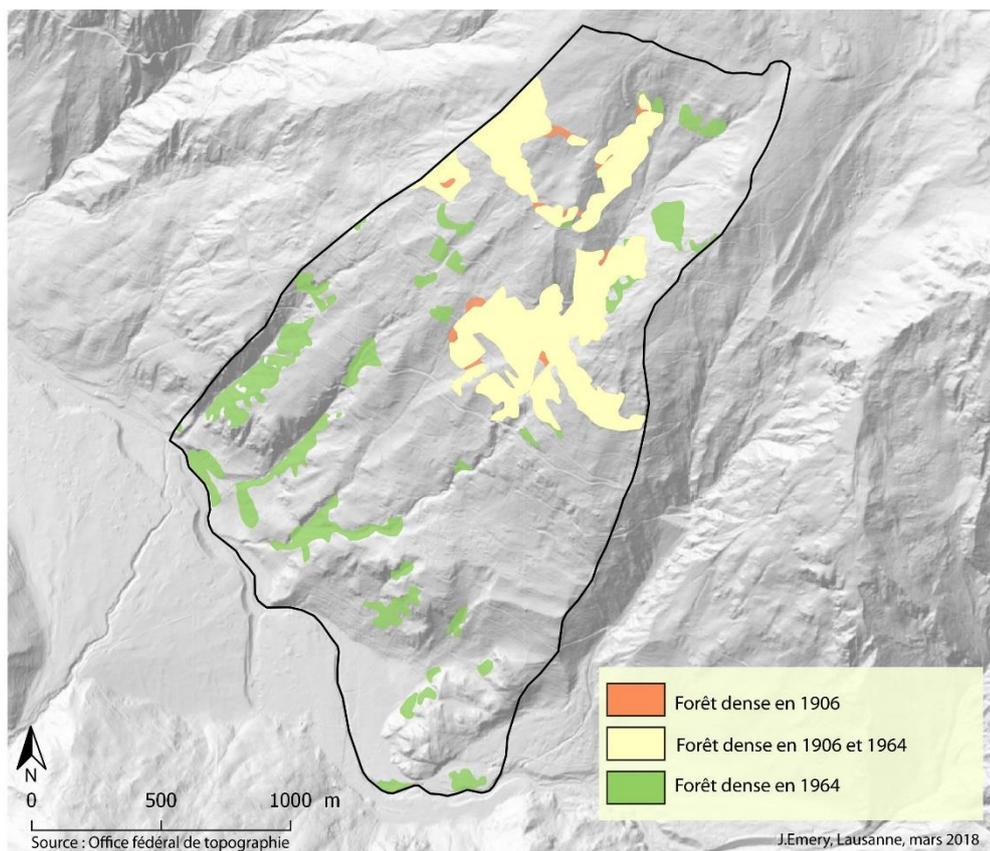


Figure 82: Evolution des aires de forêts denses sur le versant de Sarreyer de 1906 à 1964

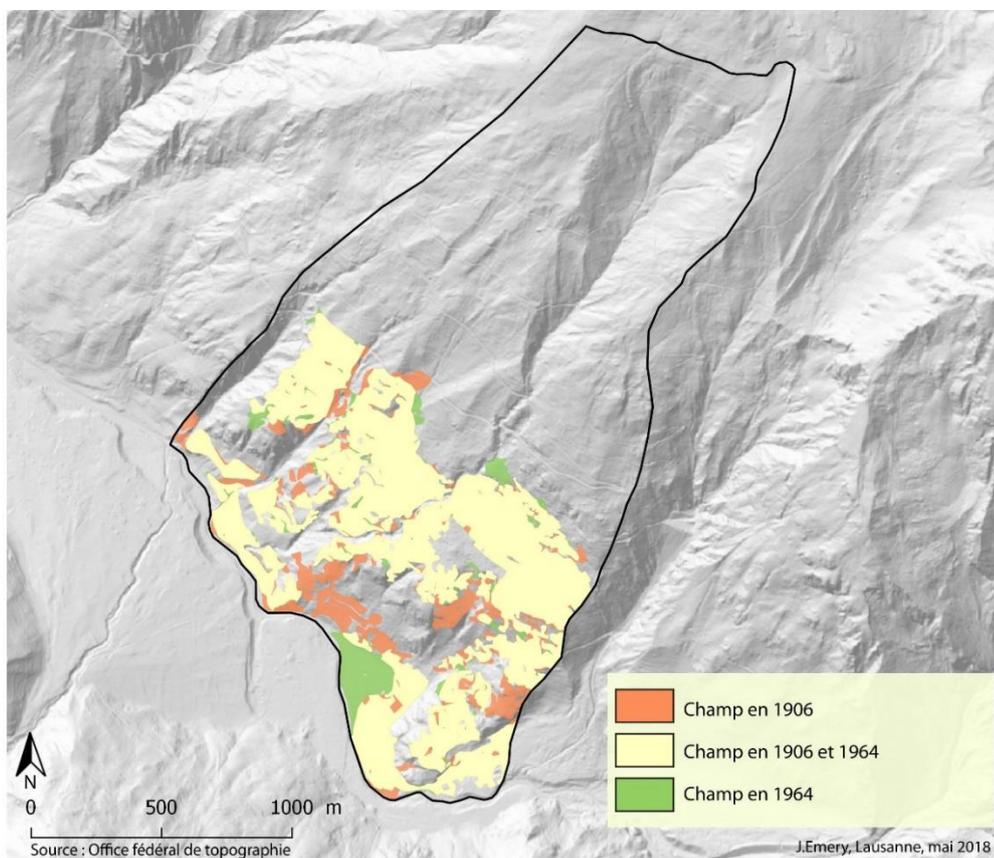


Figure 83: Evolution des aires de champs sur le versant de Sarreyer de 1906 à 1964

Si, d'une part, les activités agricoles ont reculé dans les zones les plus escarpées, elles ont, d'autre part, augmenté dans des zones plus favorables à l'exploitation. Ainsi en 1929, suite aux travaux de la construction de l'usine électrique de Champsec, les terrains ont été assainis sur la rive droite de la Dranse pour être rendus cultivables (Bagnes, 2000). La carte de l'évolution des aires de champs (Fig. 83) met bien en évidence ce changement.

Sur la figure 84, nous pouvons voir que le paysage s'est considérablement modernisé depuis 1906. Ainsi, une route carrossable relie Sarreyer au reste de la vallée et est en construction pour atteindre les Cléroudes, juste en aval de l'alpage de La Chaux. Avec la mise en service de l'usine électrique de Champsec par Energie Ouest Suisse (EOS), une conduite forcée descend la pente depuis les Creux. Enfin dès 1958, des lignes aériennes à haute tension commencent à orner le paysage (Services Industriels de Bagnes (consulté le 05.06.18)). Ainsi une ligne a pour point de départ l'usine de Champsec et deux autres traversent le secteur en amont du village de Sarreyer en provenance de l'usine de Fionnay.

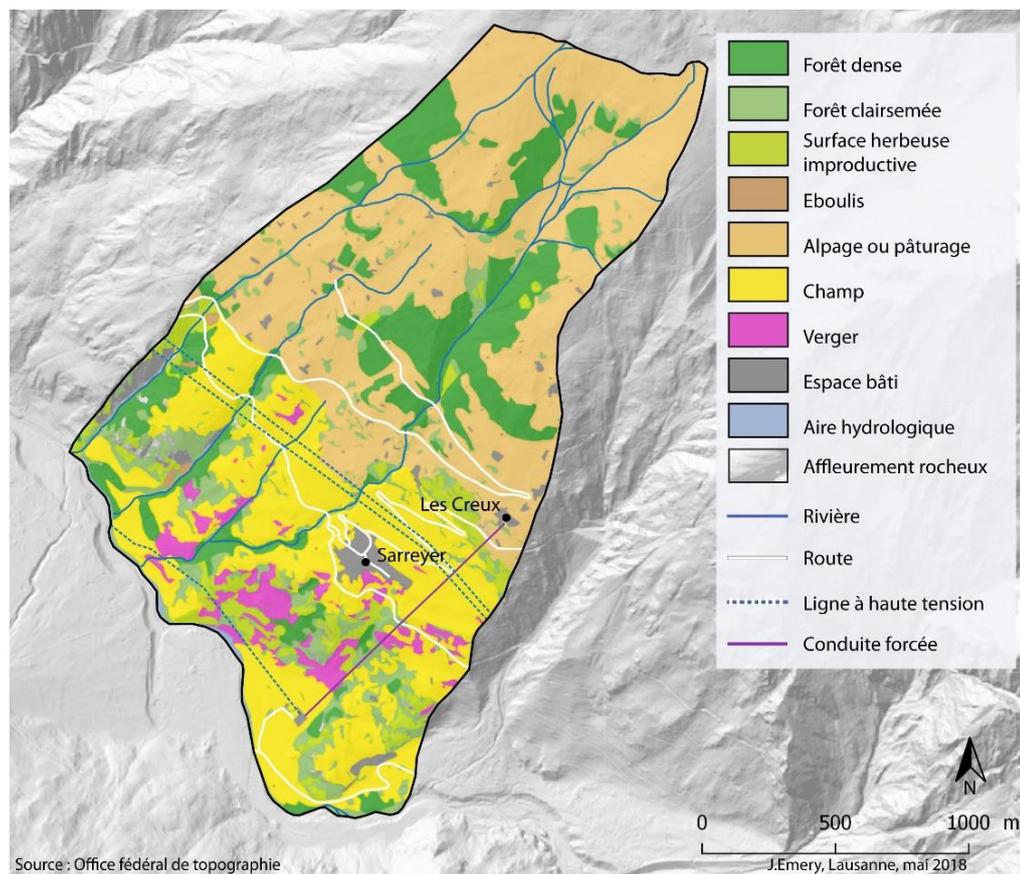


Figure 84: Occupation du sol sur le versant de Sarreyer en 1964

1964-1983 : Le remaniement parcellaire

Changements observés

Les changements survenus durant cette période sont plus importants que ceux de la période précédente.

Tableau 23 Matrice de transition de 1964 à 1983

	Surface (ha)	1983										Total 1964	
		Forêt dense	Forêt clairsemée	Surface herbeuse improd.	Champ	Alpage ou pâturage	Vergers	Espace bâti	Aire hydrologique	Eboulis	Affleurement rocheux		
	Forêt dense	61.5	0.3	0.2	0	0.2	0	0.0	0	0	0	0	62.2
	Forêt clairsemée	4.7	33.6	0.5	1.3	0.4	0.0	0.1	0	0.0	0	0	40.6
	Surface herbeuse improd.	0.7	10.7	3.2	0.3	0.4	0	0	0	0	0	0	15.2
	Champ	0.5	14.8	1.1	64.9	2.0	0.4	1.0	0	0	0	0	84.5
	Alpage ou pâturage	0.7	9.6	3.8	0.0	116.0	0	0.1	0	0	0	0	130.2
	Vergers	2.2	9.5	0.2	0.6	0	0.1	0.0	0	0	0	0	12.6
	Espace bâti	0	0.0	0.0	0.0	0.4	0	7.6	0	0	0	0	8
	Aire hydrologique	0	0	0	0	0	0	1.4	0	0	0	0	1.4
	Eboulis	0	0	0	0	0	0	0	0	0.6	0	0	0.6
1964	Affleurement rocheux	0	0.2	0	0	0	0	0	0	0	5.1	0	5.2
	Total 1983	70.3	78.6	9	67.2	119.3	0.6	8.8	1.4	0.6	5.1	0	
	Changement (ha)	8.1	38	-6.2	-21.5	-6.7	-12	1	0	0	-0.1	0	
	Changement (%)	13.0	93.6	-40.8	-24.2	-5.3	-95.2	12.5	0	0	-1.9	0	

Nous observons une extension importante des aires boisées avec une augmentation de 38 hectares des forêts clairsemées et de 8,1 hectares des forêts denses (Tabl. 23). Cette augmentation s'est essentiellement effectuée dans la partie aval du terrain dans la zone des champs et des mayens, en dessous de 1600 mètres d'altitude (Fig. 85). En contrepartie, les champs ont reculé de 21,5 hectares et les alpages de 6,7 hectares. Les surfaces herbeuses improductives (à savoir une partie des terrains agricoles abandonnés durant la période précédente) ont perdu 6,2 hectares (soit 40,8% de leur surface) au profit des aires boisées. Ce changement s'est essentiellement effectué dans les zones les plus escarpées de tout le secteur.

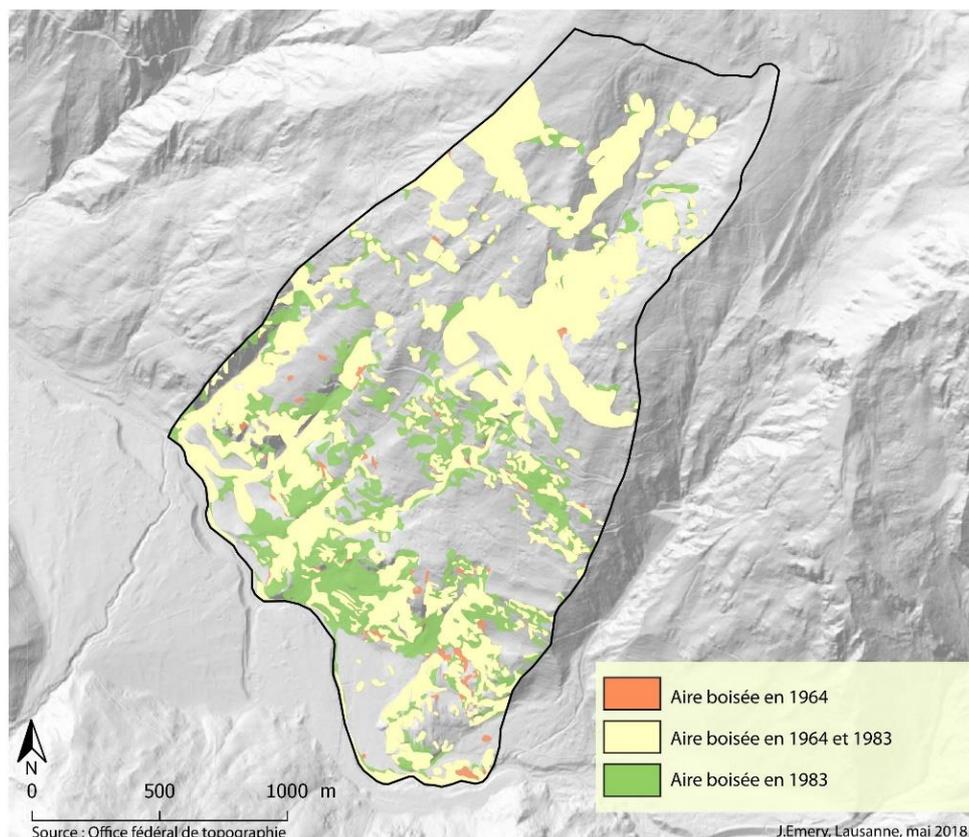


Figure 85: Evolution des aires boisées sur le versant de Sarreyer de 1964 et 1983

Explication des changements

Tous ces changements sont expliqués par les nombreuses mutations socio-économiques qu'a connues la région durant cette période. L'arrivée de nouvelles activités économiques ainsi que le remaniement parcellaire de 1963 sont responsables de l'abandon des activités agricoles dans les zones les plus difficilement exploitables (Bagnes, 1976). La topographie de ce secteur étant très accidentée, le terrain est devenu durant cette période une véritable friche agricole. Cela touche particulièrement la partie aval du secteur (la plus escarpée), dont les champs en terrasses abandonnés se sont embroussaillés (Fig. 85).

1983 – 2010 : Le reboisement

Changements observés

Durant cette période les mêmes tendances observées précédemment se poursuivent (Tabl. 24).

Tableau 24: Matrice de transition de 1983 à 2010

Surface (ha)	2010										Total 1983
	Forêt dense	Forêt clairsemée	Surface herbeuse improd.	Champ	Alpage ou pâturage	Verger	Espace bâti	Aire hydrologique	Eboulis	Affleurement rocheux	
Forêt dense	67.4	2.7	0.1	0.1	0.1	0	0	0	0	0	70.3
Forêt clairsemée	33.5	41.6	1	1.9	0.5	0	0.1	0	0	0	78.6
Surface herbeuse improd.	0.9	5.1	2.7	0.3	0	0	0	0	0	0	9
Champ	0.5	13.2	0.5	51.6	0	0	1.4	0	0	0	67.2
Alpage ou pâturage	2.0	24.4	5.2	0.3	87.3	0	0.3	0	0	0	119.3
Verger	0	0.0	0	0.0	0	0.5	0	0	0	0	0.6
Espace bâti	0	0.1	0	0.1	0.3	0	8.4	0	0	0	8.8
Aire hydrologique	0.1	0.5	0.1	0.1	0	0	0	0.7	0	0	1.4
Eboulis	0.4	0.2	0	0	0	0	0	0	0	0	0.6
Affleurement rocheux	0.0	0.1	0	0.04	0	0	0	0	0	4.9	5.1
1983											
Total 2010	104.8	87.9	9.5	54.4	88.1	0.5	10.1	0.7	0	4.9	
Changement (ha)	34.5	9.3	0.5	-12.8	-31.2	-0.1	1.3	-0.7	-0.6	-0.2	
Changement (%)	49.1	11.8	5.6	-19.0	-26.2	-16.7	14.8	-50	-100	-3.9	

Entre 1983 et 2010, le reboisement (densification des aires boisées et colonisation de nouvelles aires) est très important. Les aires de forêts denses ont progressé de 34,5 hectares. Sur ce total, 33,5 ha étaient catégorisés, en 1983, en tant que forêts clairsemées, ce qui prouve l'importante densification des aires boisées. Les aires de forêts clairsemées ont cependant conquis davantage de terres qu'elles n'en ont « perdu », expliquant la hausse de 9,3 hectares. Cette progression s'est faite au détriment des alpages (24,4 hectares), des champs (13,2 hectares) et des surfaces herbeuses improductives (5,1 hectares). Les alpages ou pâturages ont drastiquement reculé durant cette période (31,2 hectares en moins), les champs également, mais dans une moindre mesure (12,8 hectares). La carte de la figure 86 met bien en évidence ces changements. Les zones en orange sont les aires où la forêt s'est densifiée, tandis que les nouvelles aires boisées sont représentées en vert. Sur l'ensemble du versant, seul la zone de jardins située à l'est de Sarreyer (et partageant la même terrasse) a été protégé par le remaniement parcellaire, ce qui explique le maintien des zones de cultures dans cette partie spécifiquement.

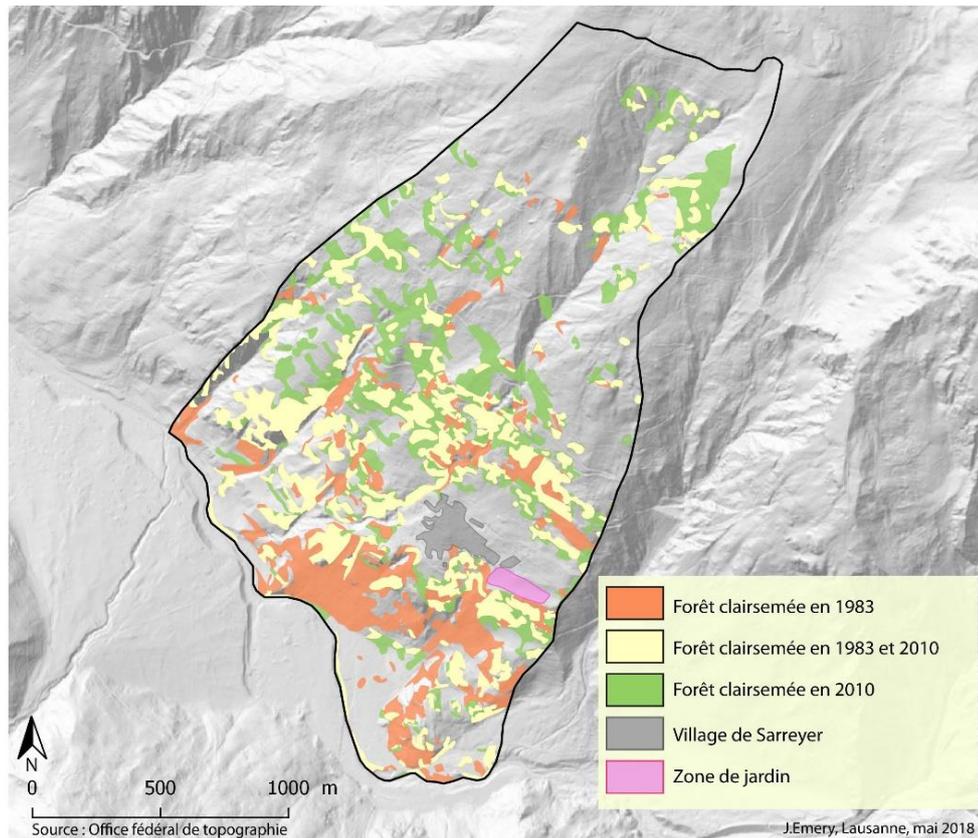


Figure 86: Evolution des aires de forêts clairsemées sur le versant de Sarreyer de 1983 à 2010

Explication des changements

Les causes de ces changements sont toujours liées à la déprise agricole et au remaniement parcellaire. Le versant situé en aval de Sarreyer est désormais fortement boisé tandis que la zone des mayens se reboise plus progressivement (voir Fig. 87). En 2010, seule la partie la plus en amont est moins enforestée (Fig. 88 et 94A). Si l'on peut attribuer le reboisement plus lent en partie à l'altitude (on atteint les 2000 mètres), il est plus que certain que l'exploitation de l'alpage de La Chaux en est la raison principale. Reconnu comme l'alpage le plus intéressant de toute la vallée, son exploitation demeure aujourd'hui encore importante.

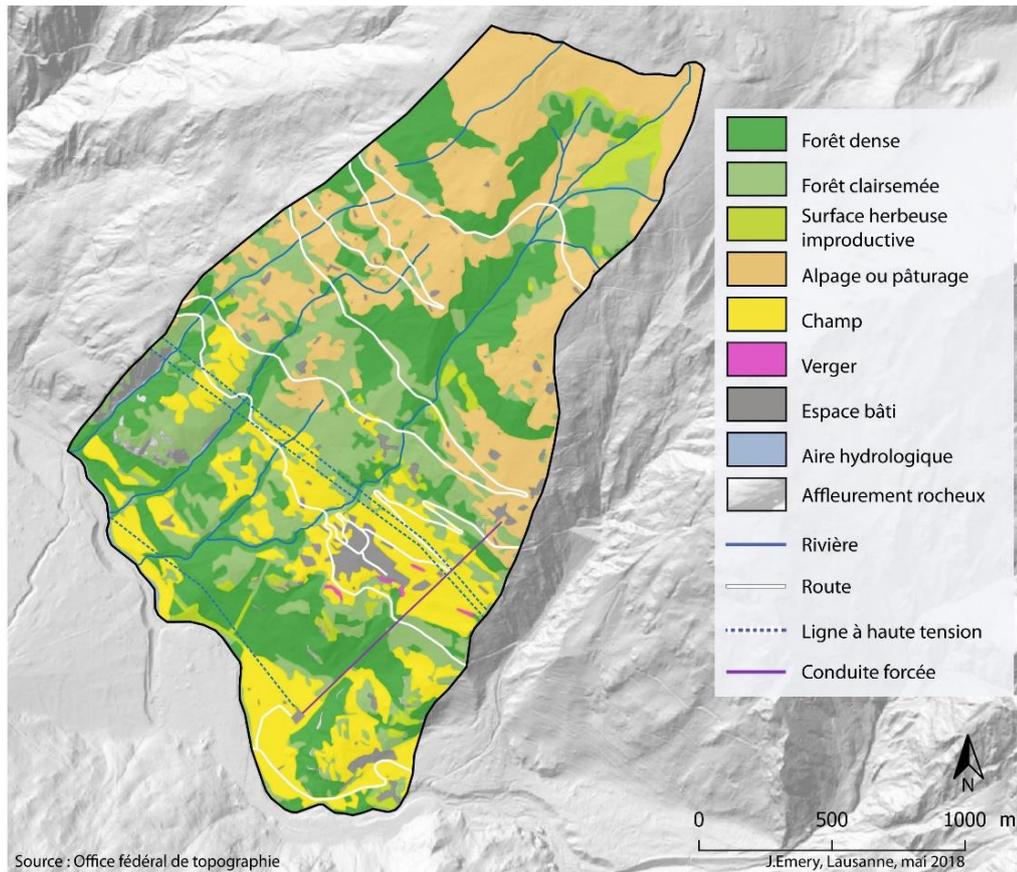


Figure 87: Occupation du sol sur le versant de Sarreyer en 2010

5.4.5. Synthèse

Au cours du siècle étudié, les changements paysagers ont été très importants sur le versant de Sarreyer (Fig. 88 et Tabl. 25) et sont liés aux mutations socio-économiques et à la topographie. Ils concernent essentiellement les surfaces agricoles (alpages, pâturages et champs) qui ont été reboisées suite à leur abandon. En raison de la faible proportion de l'occupation du sol des autres classes, leur évolution a un impact mineur sur le paysage.

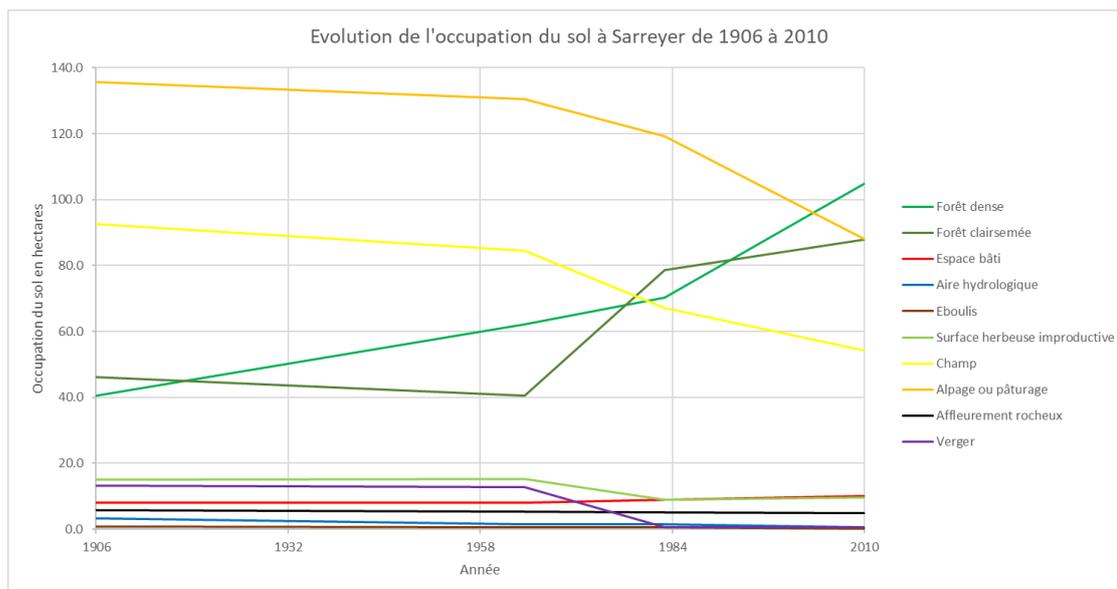


Figure 88: Evolution de l'occupation du sol à Sarreyer de 1906 à 2010 (en hectares)

Tableau 25: Matrice de transition de 1906 à 2010

	Surface (ha)	2010										Total 1906	
		Forêt dense	Forêt clairsemée	Surface herbeuse improd.	Champ	Alpage ou pâturage	Verger	Espace bâti	Aire hydrologique	Eboulis	Affleurement rocheux		
1906	Forêt dense	37.7	2.4	0.1	0	0.2	0	0	0	0	0	0	40.4
	Forêt clairsemée	32.2	11.9	0.5	1	0.5	0.0	0.1	0	0	0	0	46.2
	Surface herbeuse improd.	6.1	5.2	0.7	2.9	0.2	0	0.0	0	0	0	0	15
	Champ	12.3	26.3	1.6	48.1	1.3	0.4	2.7	0	0	0	0	92.6
	Alpage ou pâturage	7.3	36.1	6.1	0.6	85.1	0	0.6	0	0	0	0	135.7
	Verger	7.9	4.1	0.4	0.7	0.1	0.1	0.0	0	0	0	0	13.1
	Espace bâti	0.0	0.2	0	0.2	0.9	0	6.6	0	0	0	0	7.9
	Aire hydrologique	0.8	0.8	0.1	1.0	0	0	0.0	0.7	0	0	0	3.3
	Eboulis	0.4	0.3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.7
	Affleurement rocheux	0.2	0.6	0	0.0	0	0	0	0	0	0	4.9	5.7
	Total 2010	104.8	87.9	9.5	54.4	88.1	0.5	10.1	0.7	0	0	4.9	
	Changement (ha)	64.4	41.7	-4.5	-38.2	-47.6	-12.6	2.2	-2.6	-0.7	-0.7	-0.8	
	Changement (%)	159.4	90.3	30	-41.3	-35.1	-96.2	27.9	-78.8	-100	-14.0		

La déprise agricole

La déprise agricole est la problématique principale du secteur. S'il s'agit d'un phénomène général dans les Alpes, la manière dont il s'opère est très différent d'un secteur à l'autre. Dans le cas de Sarreyer, il s'est avéré pertinent d'étudier ce phénomène en fonction de la pente (Tabl. 7 et 8).

Tableau 26: Evolution de l'occupation des surfaces agricoles dans différentes classes de pente (en hectares)

Année	1906	1964	1983	2010
Alpage ou pâturage total (en ha)	135.65	130.44	119.33	88.09
Sur une pente inférieure à 30°	74.03	73.12	70.35	62.21
Sur une pente comprise entre 30 et 45°	60.63	56.47	48.53	25.79
Sur une pente supérieure à 45°	0.99	0.85	0.45	0.09
Champ et verger total (en ha)	105.68	97.17	67.73	54.87
Sur une pente inférieure à 30°	55.81	58.28	51.27	45.53
Sur une pente comprise entre 30 et 45°	45.65	35.78	15.84	9.1
Sur une pente supérieure à 45°	4.22	3.11	0.62	0.24

Tableau 27: Evolution de l'occupation des surfaces agricoles dans différentes classes de pente (en proportion)

Année	1906	1964	1983	2010
Alpage ou pâturage total (en %)	100	100	100	100
Sur une pente inférieure à 30°	54.57	56.06	58.96	70.62
Sur une pente comprise entre 30 et 45°	44.70	43.29	40.67	29.28
Sur une pente supérieure à 45°	0.73	0.65	0.38	0.10
Champ et verger total (en %)	100	100	100	100
Sur une pente inférieure à 30°	52.81	59.98	75.70	82.98
Sur une pente comprise entre 30 et 45°	43.20	36.82	23.39	16.58
Sur une pente supérieure à 45°	3.99	3.20	0.92	0.44

Si nous avons noté une baisse des surfaces agricoles sur l'ensemble du secteur au cours du temps, nous constatons que cette diminution est beaucoup plus marquée sur les pentes importantes. En 1906, 54,57% des alpages ou pâturages se trouvaient sur des pentes inférieures à 30°. En 2010, cette proportion est augmentée à 70,62%. Les changements sont encore plus importants pour les champs. Si en 1906, 52,8% des champs se situaient sur une pente inférieure à 30°, en 2010 cette proportion égale 83%. En 1906, 45,7 hectares de champs se trouvaient sur une pente comprise entre 30 et 45°, contre « seulement » 9,1 hectares en 2010.

La diminution des terrains agricoles sur les pentes supérieures à 30° concerne davantage les champs et vergers que les pâturages et alpages. Nous pouvons également noter que la diminution des aires de champs s'est effectuée à deux rythmes différents. De 1906 à 1964, la diminution est lente et elle est attribuée à la baisse progressive de l'attractivité du secteur primaire dans la région. A partir de 1964, la diminution est beaucoup plus rapide. Cela est évidemment une conséquence importante du remaniement parcellaire voyant la mécanisation des parcelles et l'augmentation de leurs tailles (Bagnes, 1997). En comparant l'image aérienne n°19350340060796 de 1935 et l'orthophoto de 2015 (Fig. 89), nous notons que le reboisement des champs est très marqué sur le versant en aval de Sarreyer dans la partie ouest.

La diminution des aires d'alpages et pâturages sur les pentes supérieures à 30° s'est faite de manière plus abrupte à la fin de la période d'étude. Elle s'est essentiellement effectuée dans la zone des mayens entre 1300 et 1600 mètres d'altitude, dont le reboisement est flagrant en comparant les images de la figure 89 et les cartes des figures 90 et 91. La zone située plus en amont correspondant à l'alpage de La Chaux, à la topographie moins accidentée, a été bien préservée.

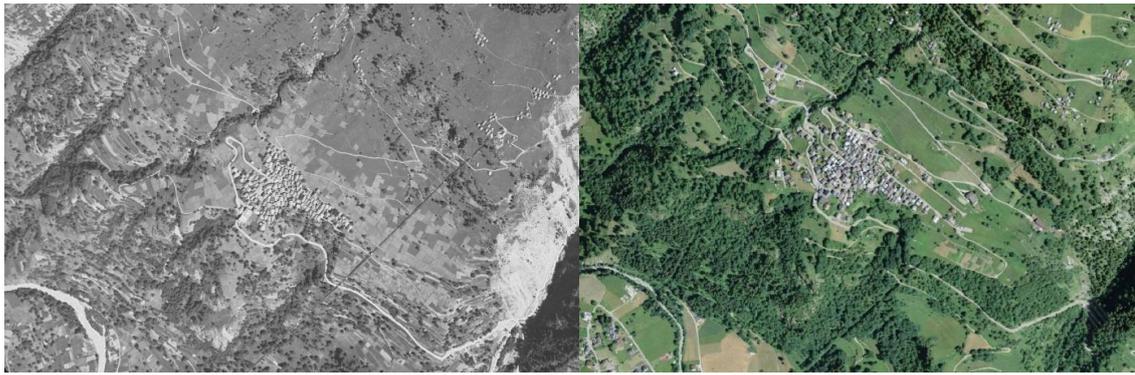


Figure 89: Image aérienne de 1935 et orthophoto de 2015. Disponible sur map.geo.admin.ch (consulté le 05.06.18). Source : Office fédéral de topographie.

En amont du village de Sarreyer, dans la zone des mayens, nous pouvons très bien observer le reboisement qui a transformé le paysage. Alors que les pentes en aval de Sarreyer et à l'ouest étaient parsemées de champs structurés en terrasses par des arbres fruitiers, en 2010 ces pentes sont complètement reboisées (Fig. 94B). En 1935, les champs constituaient une mosaïque de petites parcelles, tandis qu'en 2010 nous pouvons observer qu'ils sont moins nombreux, mais beaucoup plus grands (voir Fig. 89).

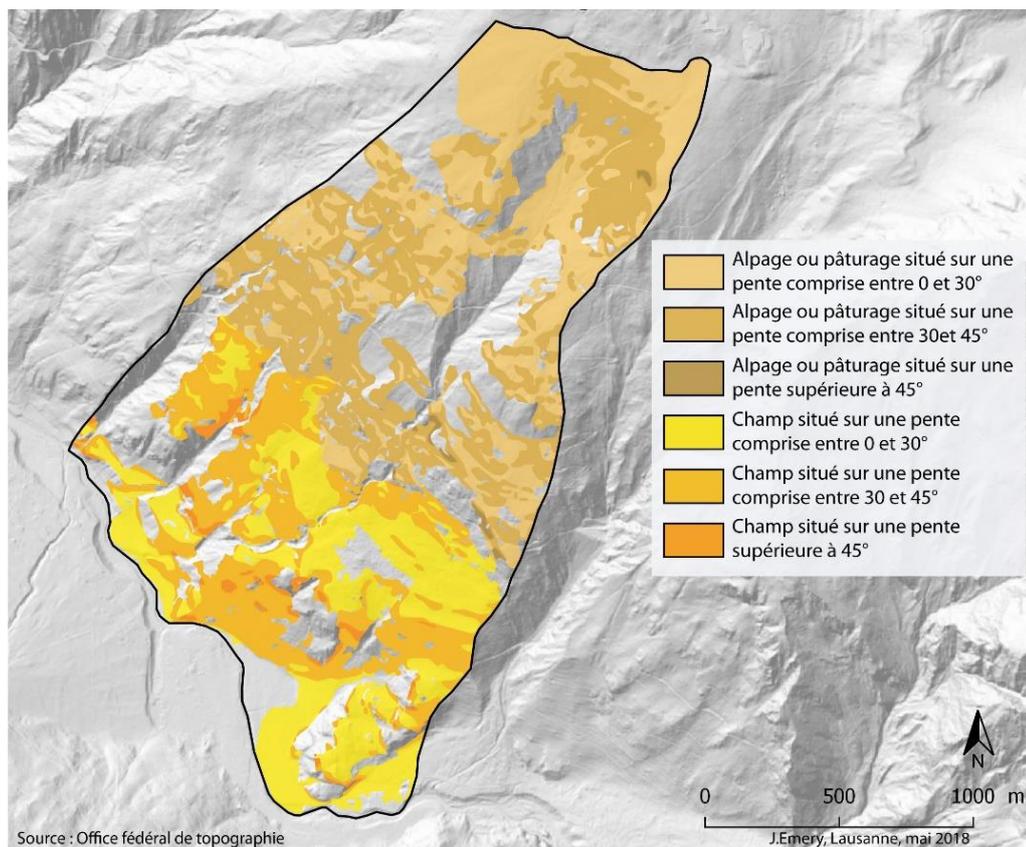


Figure 90: Répartition des surfaces agricoles sur le versant de Sarreyer en 1906 en fonction de la pente

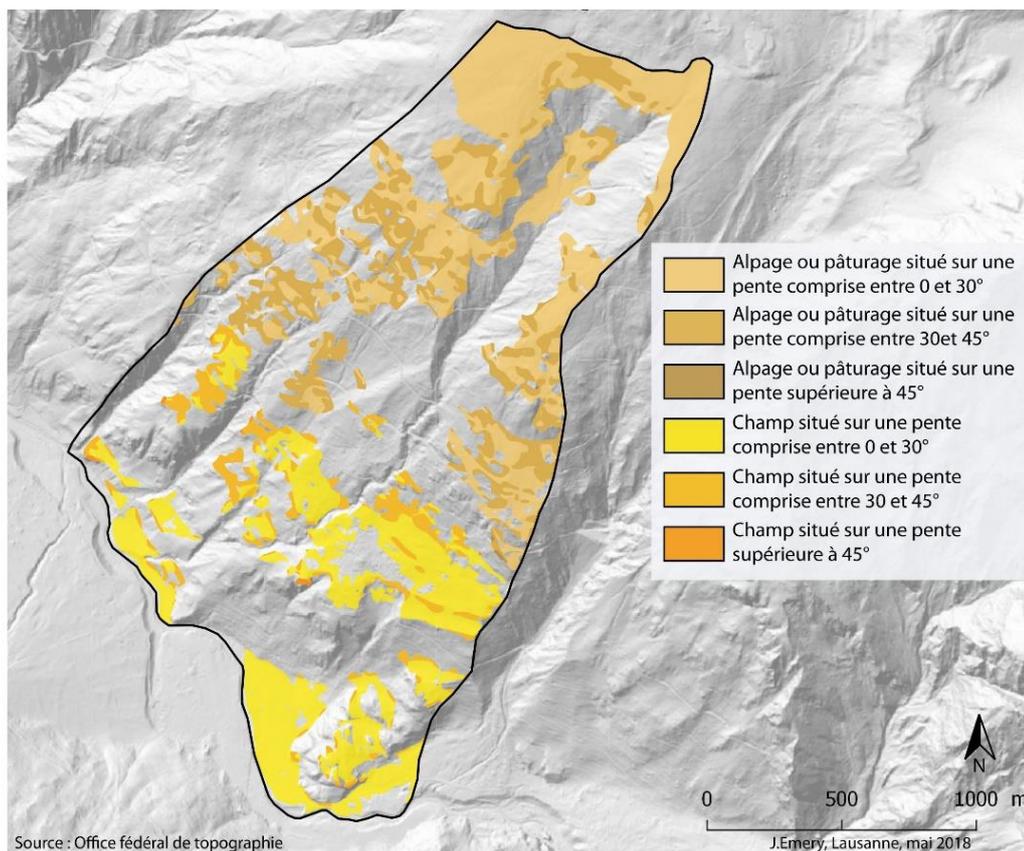


Figure 91: Répartition des surfaces agricoles sur le versant de Sarreyer en 2010 en fonction de la pente

Développement de l'habitat et modernisation

Situé sur une terrasse très exposée au soleil, directement relié à Verbier par la route du soleil depuis 1978 (Bagnes, 2000), le village de Sarreyer, aurait pu connaître un développement urbain important. Or, la zone construite de l'ensemble du secteur ne s'est que modestement étendue, passant de 7,9 hectares à 10,1 hectares (ce qui représente une augmentation de 27,9 %). En comparaison, l'ensemble des villages de Prarreyer, Champsec et Versegères ont gagné 206 % entre 1906 et 2010.

Par ailleurs, l'évolution démographique a été, durant la période d'étude, négative. Le village comptait 396 habitants en 1910 contre seulement 236 en 2016 (Commune de Bagnes 2017a ; Bagnes 1997). Les évolutions divergentes des espaces bâtis et démographiques s'expliquent, d'une part, par l'exode rural, et d'autre part, par le développement des résidences secondaires. Le village de Sarreyer s'est développé sur sa partie ouest plus accidentée avec des chalets modernes (Fig. 93A). Cette partie contraste avec la partie centrale du village beaucoup plus dense et ayant conservé son aspect traditionnel (Fig. 93B). Malgré une topographie optimale pour le développement de l'habitat, le danger important de chutes de pierres sur la partie est de la terrasse n'a pas permis le développement du village (Fig. 92) (Bagnes, 2017). C'est pourquoi cette surface demeure exploitée par des champs et un jardin potager (Bagnes, 2000).

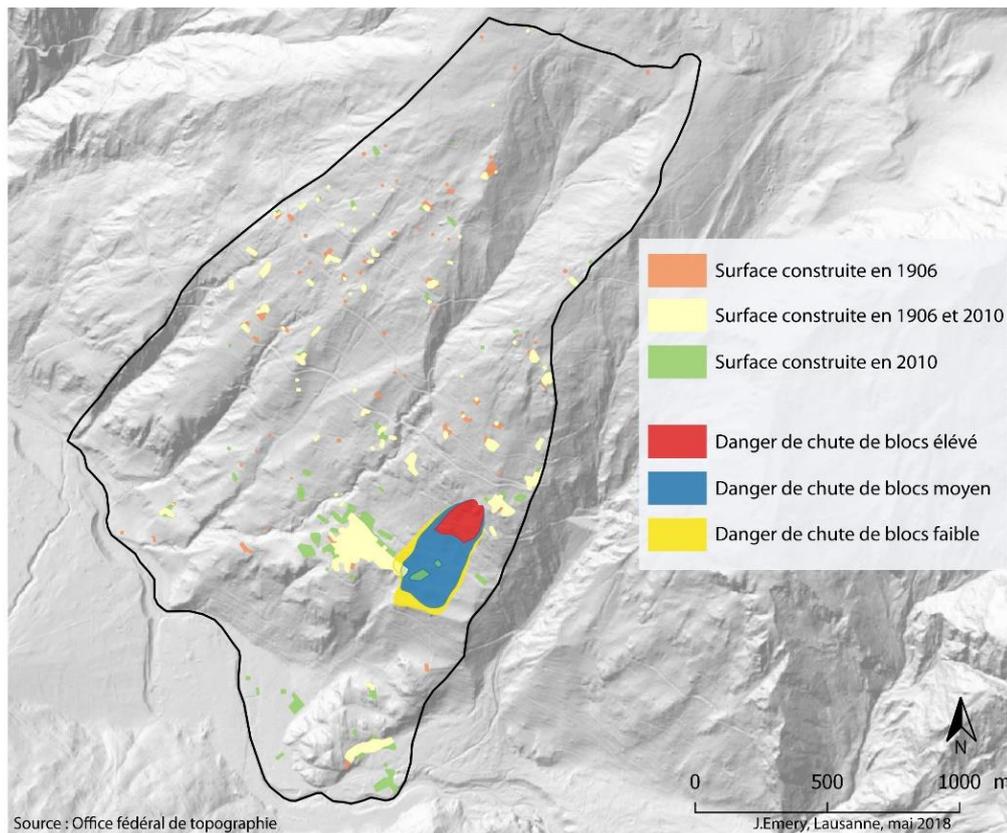


Figure 92: Evolution des surfaces construites sur le versant de Sarreyer de 1906 à 2010 en relation avec le danger de chute de blocs

Le village de Sarreyer a perdu son caractère autarcique. Son école a fermé durant les années 1960 (Bagnes, 1976), le village se dépeuple et devient progressivement un lieu de vacances où les traditions se sont perdues. Aux mayens de Sarreyer, les mayens ont été remplacés par des chalets (Bagnes, 1976) qui n'accueillent que des vacanciers. Cela explique le manque d'entretien des sols et le reboisement particulièrement important à cet étage alpin.

Si le secteur n'a pas connu de développement urbain important, il contient néanmoins de nombreuses traces anthropiques. Ainsi, depuis 1929, les conduites forcées de l'usine hydroélectrique dévalent la pente. Parallèlement à celle-ci se trouvait un funiculaire qui a été démonté en 1993 (Bagnes, 2000). Les lignes à haute tension ornent le paysage depuis 1958 et le réseau routier s'est considérablement densifié.



Figure 93A : Développement de résidences à l'ouest du village. Figure 93B: Le centre du village. Photos: J.Emery



Figure 94A: Partie amont du versant de Sarreyer. Figure 94B: Partie aval du versant reboisé. Photos: J.Emery

5.5. Prarreyer, Versegères et Champsec

5.5.1. Tendances

Le secteur de Prarreyer, Versegères et Champsec, situé sur le cône de déjection de Champsec, est LE secteur agricole de la région. Bénéficiant d'une topographie très favorable pour ce type d'activités, il n'a pas été touché par la déprise agricole de manière significative, vivant de l'agriculture traditionnelle jusqu'au remaniement parcellaire en 1963 (Bagnes, 1997). A partir de cette date, le secteur va subir de nombreuses transformations, avec notamment le développement important du réseau routier destinée à l'agriculture mécanisée (Bagnes, 1976). Dès les années 1960, le développement de l'habitat devient très important et voit la construction de nombreuses résidences secondaires. Ce développement coïncide avec le développement touristique de Verbier et s'est fait au détriment des vergers qui étaient au début du siècle un élément important du paysage. Les différentes étapes de l'évolution du secteur sont illustrées dans la figure 95.

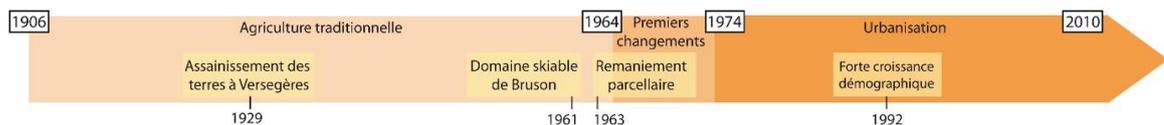


Figure 95: Frise chronologique du secteur de Prarreyer, Versegères et Champsec

5.5.2. Sources et données utilisées

Les cartes topographiques de la Confédération de 1906, 1964, 1974 et 2010, constituant des dates charnières, ont été utilisées pour la réalisation des cartes synchroniques. La période de 1906 à 1964 montre la dynamique du secteur basée sur l'agriculture traditionnelle jusqu'au remaniement parcellaire. La période de 1964 à 1974 montre les premiers changements résultant du remaniement parcellaire. Enfin la période de 1974 à 2010 montre l'évolution du secteur dans un contexte de développement important du tourisme.

Pour compléter l'analyse, nous avons fait recours à de nombreuses images aériennes, à des orthophotos, à la carte de l'utilisation simplifiée du sol et la carte « swissALTI3D estompage du relief » toutes disponibles sur le site map.geo.admin.ch (consulté le 05.06.18)). Les différents documents écrits ainsi que la carte interactive de l'aménagement du territoire de la Commune de Bagnes (Commune de Bagnes, 2018c) ont apporté des informations précieuses. Enfin une sortie sur le secteur d'étude a été très instructive.

5.5.3. Le paysage en 1906

La carte de la figure 96 présente le secteur en 1906 et constitue le point de départ de notre analyse. Le paysage est largement dominé par les surfaces agricoles. Les champs occupent 104 des 142 hectares composant le secteur. Les vergers constituent la deuxième catégorie

d'occupation du sol et occupent 19 hectares. Ceux-ci entourent les villages de Prarreyer (au nord-ouest) et Versegères (au centre de la carte) et constituent une zone tampon entre les villages et les champs. Du nord-ouest au sud-est, les trois villages agricoles de Prarreyer, Versegères et Champsec sont reliés par une route au fond de la vallée longeant la Dranse de Bagnes, qui, selon la carte Siegfried de 1906, montait jusqu'à Lourtier. Ce cours d'eau délimite la frontière nord du secteur et est alimenté par deux torrents dévalant le cône de déjection depuis le sud. Entre Versegères et la Dranse de Bagnes nous voyons une zone de graviers fréquemment inondée lors des crues de la Dranse de Bagnes. Enfin, nous observons que les aires boisées sont quasi absentes du paysage.

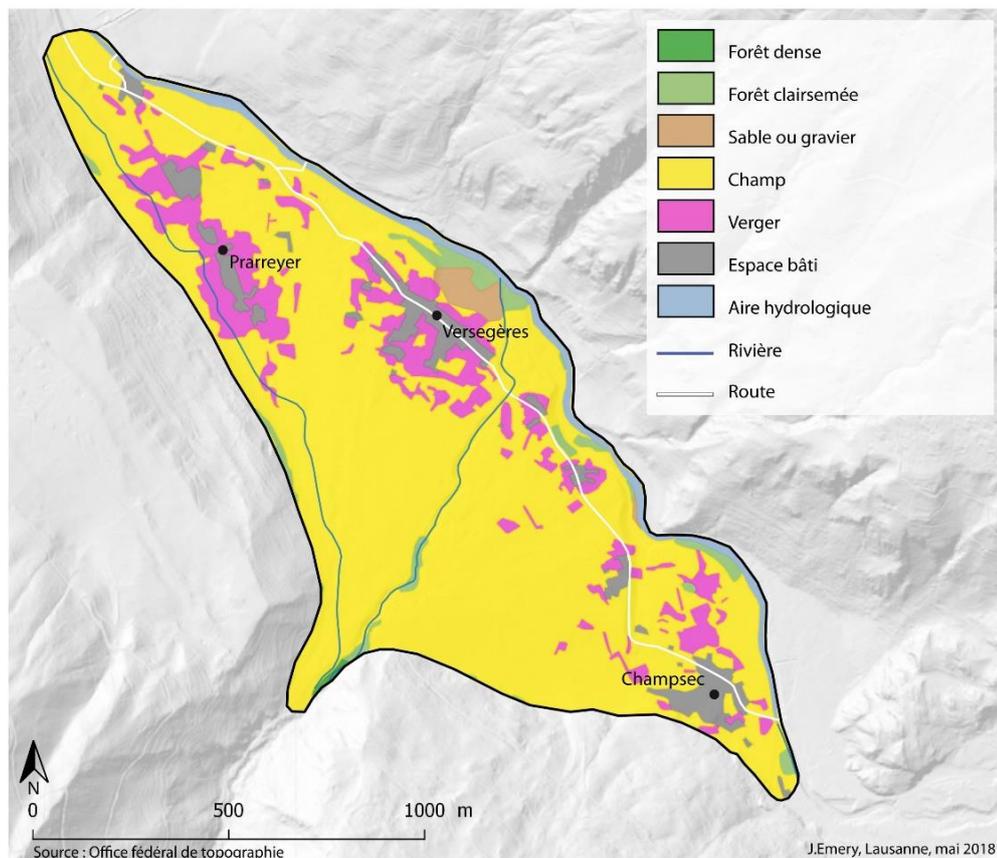


Figure 96: Occupation du sol à Prarreyer, Versegères et Champsec en 1906

Le paysage est typique de celui de trois villages agricoles traditionnels de montagne du début du XX^e siècle. Le bâti est dense et les réseaux routiers peu développés. Nous ne voyons qu'un axe routier qui remonte la vallée de Bagnes, il n'existe aucune connexion importante avec le village de Bruson situé en amont du versant au sud-ouest. Les aires boisées sont quasi inexistantes, ce qui s'explique par la topographie favorable à une exploitation agricole, qui a incité les populations à défricher le versant. En effet, en dehors des zones d'habitat, la quasi-totalité des surfaces est destinée à l'agriculture.

5.5.4. Les changements paysagers

1906 – 1964 : Agriculture traditionnelle

Changements observés

Durant cette période longue de 58 ans, les changements vont concerner la plupart des classes d'occupation du sol, mais avec une ampleur faible (Tabl. 28).

Tableau 28: Matrice de transition de 1906 à 1964

		1964								
Surface (ha)		Forêt dense	Forêt clairsemée	Champ	Camping, espace vert	Vergers	Espace bâti	Aire hydrologique	Sable et gravier	Total 1906
1906	Forêt dense	0.2	0	0	0	0	0	0	0	0.2
	Forêt clairsemée	2.1	1.6	0.3	0	0	0	0.0	0	4.1
	Champ	0	4.2	96.3	0	3.3	0.6	0.1	0	104.4
	Camping, espace vert	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Vergers	0	0.2	9.7	0	8.7	0.3	0	0	18.9
	Espace bâti	0	0	0.2	0	0.0	7.9	0	0	8.1
	Aire hydrologique	0	0.1	0.0	0	0	0	4.8	0.1	5.0
	Sable et gravier	0.0	0.0	1.3	0	0.0	0	0.1	0.0	1.5
	Total 1964	2.3	6.2	107.8	0	12.1	8.8	4.9	0.1	
	Changement (ha)	2.1	2.1	3.4	0	-6.8	0.6	0.0	-1.4	
Changement (%)	104.5	52.8	3.3	-	-36.1	7.9	-6.0	-96.0		

Nous observons une augmentation des aires boisées de 4,2 hectares, notamment le long du torrent dévalant le cône de déjection. Ce torrent est dès 1964 caractérisé par une zone de végétation riparienne continue. Cette augmentation représente 2,1 hectares de forêts denses et 2,1 hectares de forêts clairsemées. Les forêts clairsemées ont localement progressé sur la rive ouest de la Dranse de Bagnes. La carte de l'évolution des aires de forêts clairsemées (Fig. 97) illustre bien le reboisement. Nous voyons en vert les nouveaux espaces colonisés par la forêt et en rouge les aires qui sont devenues des forêts denses.

Les champs ont progressé de 3,41 hectares, ce qui traduit une dynamique assez faible. Mais en regardant la carte de la figure 98, nous constatons que les champs ont beaucoup « migré ». Les champs se sont développés autour des zones construites au détriment des vergers qui ont perdu près de 6,8 hectares durant cette période et les aires de sables et graviers qui ont perdu 1,4 hectares.

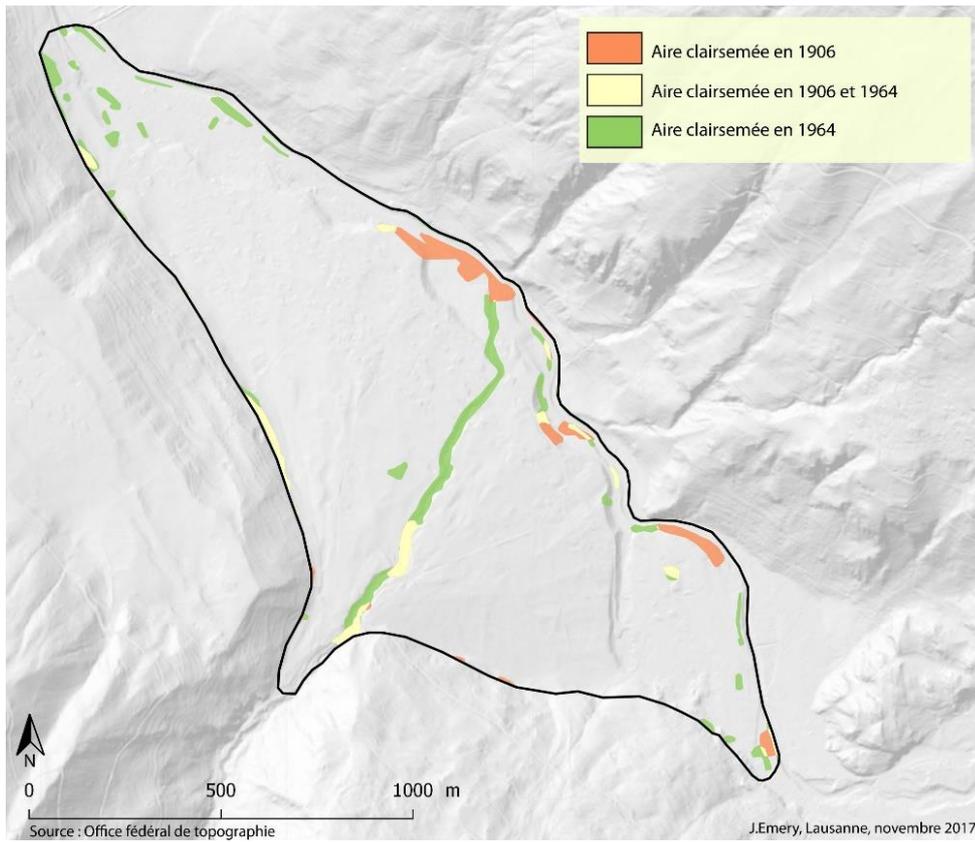


Figure 97: Evolution des aires de forêts clairsemées à Prarreyer, Versegères et Champsec de 1906 à 1964

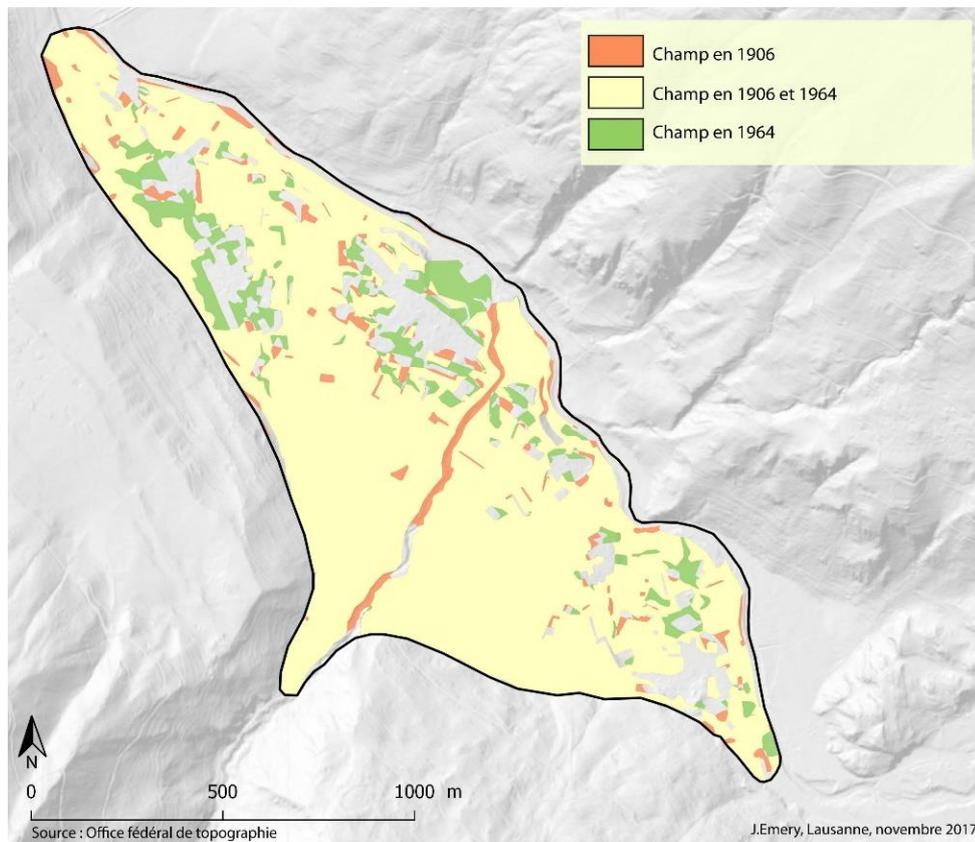


Figure 98: Evolution des aires de champs à Prarreyer, Versegères et Champsec de 1906 à 1964

Explications des changements

Jusqu'à la fin de la seconde Guerre Mondiale, l'agriculture reste la ressource principale du Val de Bagnes (Bagnes, 1976). Afin d'augmenter les rendements agricoles, des terrains ont été assainis pour étendre les zones agricoles là où la topographie est favorable. Ainsi, la zone sableuse fréquemment inondée entre la Dranse de Bagnes et Versegères a été aménagée pour gagner 1,4 hectares de terres cultivables durant les années 1930 (Bagnes, 2000). Il en est de même en rive droite de la Dranse de Bagnes, du côté de Champsec, où les terrains ont été assainis en 1929 pour la production agricole et l'aménagement d'une usine hydroélectrique (voir chapitre 5.4.4) (Bagnes, 2000).

Durant les années 1950, la déprise agricole touche la commune de manière importante et de nombreux terrains sur les zones escarpées sont abandonnées. Par son altitude et sa topographie très favorable, ce phénomène ne touche pratiquement pas le secteur d'étude (Bagnes, 1976). Seules les zones les plus « exposées » aux aléas naturels, notamment en bordure des rivières et du torrent, ont été abandonnées et se sont reboisées. Durant cette période, le talus séparant Bruson du cône de déjection a connu un reboisement important suite à l'abandon des surfaces exploitées.

En même temps, les champs ont progressé là où l'exploitation était très favorable, au détriment des vergers. En fusionnant les vergers et les champs en une catégorie agriculture, nous constatons que les aires agricoles ont, au total, diminué de 3,4 hectares. Cette diminution est très faible comparé aux surfaces agricoles totales et ne représente que 2,8%. On peut considérer que le secteur n'est pas significativement touché par la déprise agricole durant cette période.

1964 – 1974 : Le remaniement parcellaire

Changements observés

Cette période est caractérisée par le même type de changements que la période précédente mais sur une période d'observation bien plus courte (une décennie).

Tableau 29: Matrice de transition de 1964 à 1974

		1974								
Surface (ha)		Forêt dense	Forêt clairsemée	Champ	Camping, espace vert	Verger	Espace bâti	Aire hydrologique	Sable et gravier	Total 1964
1964	Forêt dense	1.8	0.0	0.5	0	0	0	0	0	2.3
	Forêt clairsemée	2.6	3.2	0.4	0	0	0.0	0	0	6.2
	Champ	0.1	1.5	104.6	0	0.1	1.8	0	0	107.8
	Camping, espace vert	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Verger	0	0	2.9	0	8.7	0.4	0	0	12.1
	Espace bâti	0	0	0.3	0	0.0	8.4	0	0	8.8
	Aire hydrologique	0	0	0	0	0	0	4.9	0	4.9
	Sable et gravier	0	0.1	0	0	0	0	0	0	0.1
	Total 1974	4.5	4.8	108.7	0	8.8	10.6	4.9	0	
	Changement (ha)	2.2	-1.4	0.9	0	-3.3	1.9	0	-0.1	
Changement (%)	94.8	-22.9	0.9	-	-27.1	21.5	0	-100		

Le changement le plus important correspond au retrait des vergers de 3,3 hectares (Tabl. 29). Ce recul s'est essentiellement fait au profit des champs et des aires d'habitat. On note ainsi une augmentation de 1,9 hectares des espaces bâtis qui ont commencé à se développer durant cette période au détriment des champs (Fig. 99). Pour compenser cette perte, les champs se sont développés à la place des vergers, ce qui explique pourquoi l'aire d'occupation des champs n'a pas diminué.

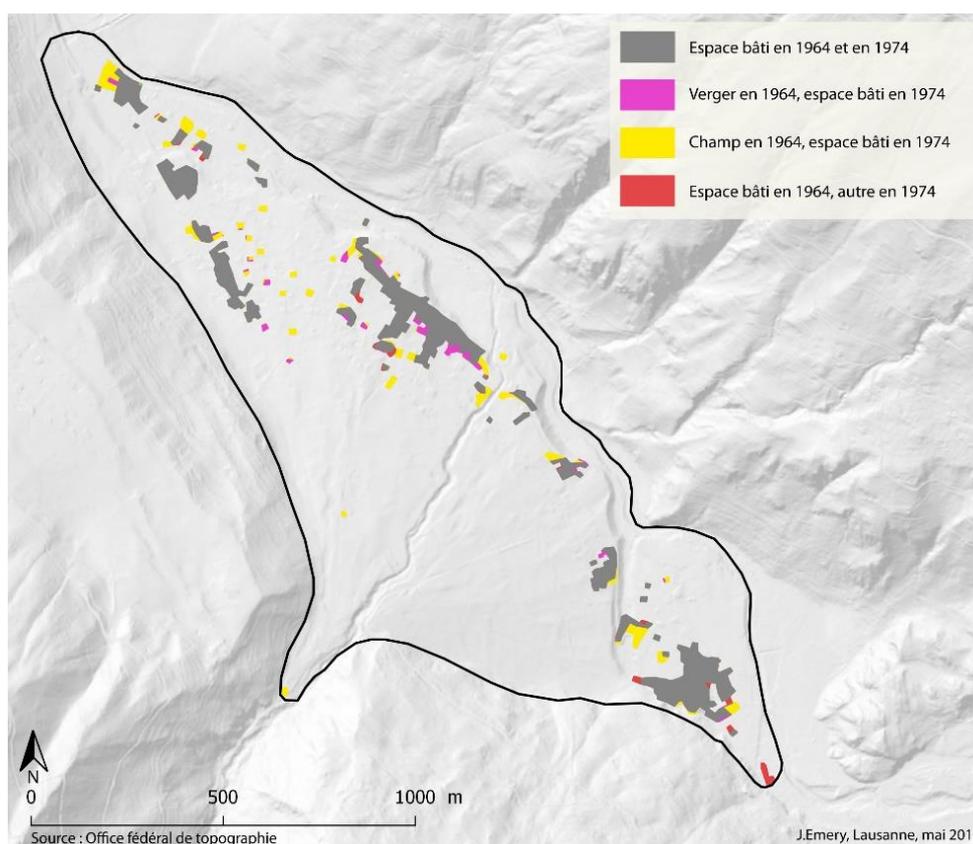


Figure 99: Le développement des espaces bâtis à Prarreyer, Versegères et Champsec de 1964 à 1974

Les aires boisées continuent à se développer. Quantitativement, ce développement est faible, avec une hausse de 0,75 hectares. En revanche, si on regarde la carte de la figure 100, on observe que les aires boisées se sont densifiées, notamment le long du torrent. Le reboisement durant

cette période correspond plus à une densification des aires boisées qu'à une colonisation végétale.

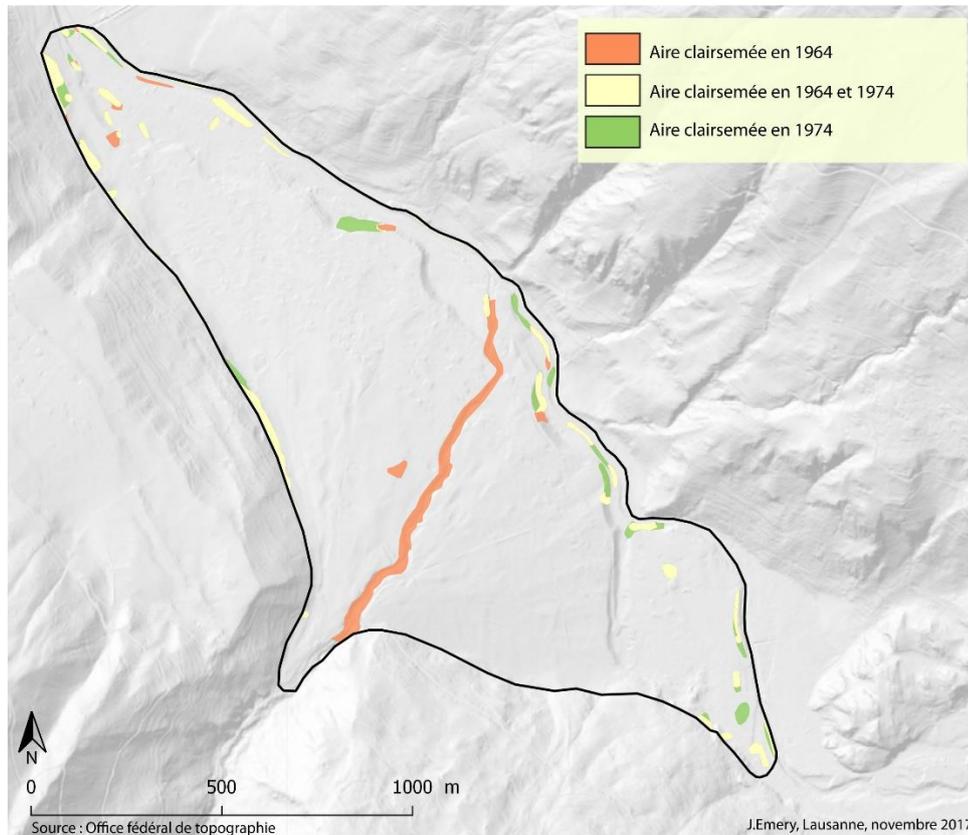


Figure 100: Evolution des aires de forêts clairsemées à Prarreyer, Vesegères et Champsec de 1964 à 1974

Explication des changements

En 1963, le remaniement parcellaire est décidé, ce qui va fortement impacter le paysage de la région à partir de 1964 (Bagnes, 1976). L'analyse de cette période met en avant les premiers effets du remaniement parcellaire sur le paysage.

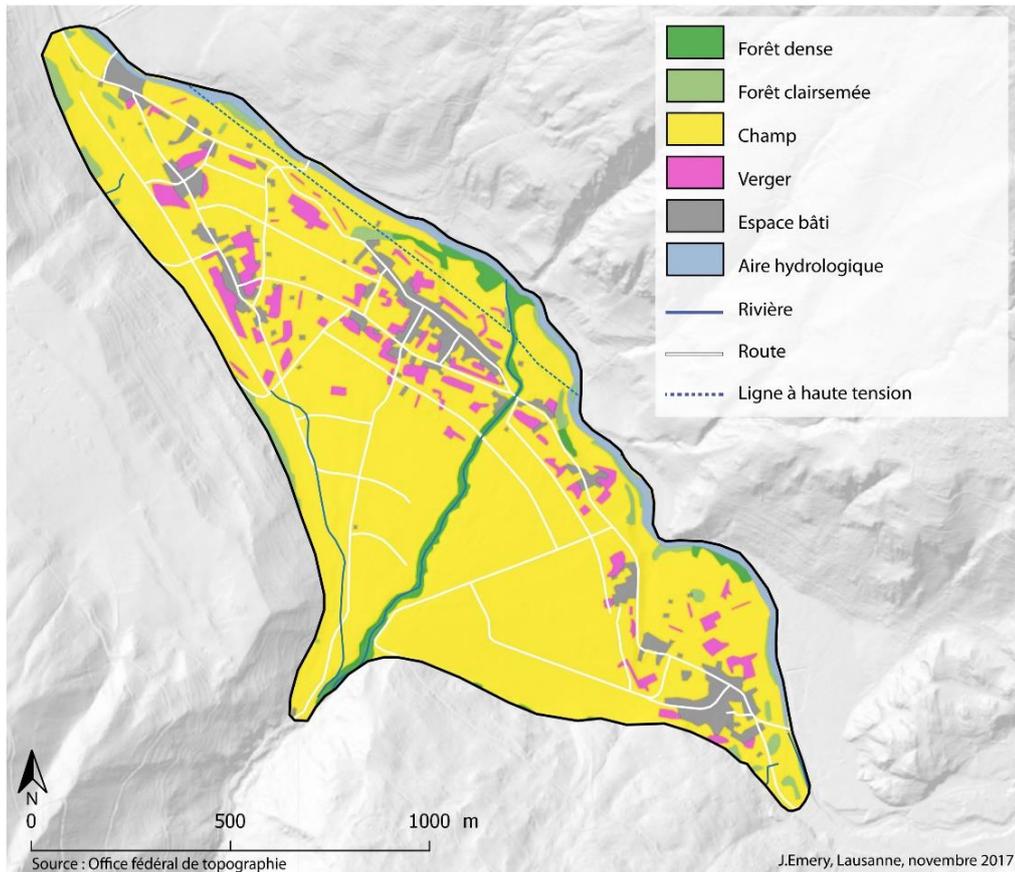


Figure 101: Occupation du sol à Prarreyer, Versegères et Champsec en 1974

Certains changements sont mieux mis en évidence sur la carte synchronique de 1974 (Fig. 101) et les images aériennes (Fig. 102). Nous pouvons observer que le réseau routier s'est largement développé pour favoriser l'exploitation mécanisée. L'apparence du paysage agricole a largement changé, les petites parcelles disparaissent au profit de parcelles plus grandes. Cela se traduit par une homogénéisation du paysage, expliquant la disparition des vergers (Bagnes, 1976). Enfin, de nombreux travaux de génie civil ont été entrepris, avec notamment la création d'un réseau d'irrigation par aspersion et la réutilisation de bisses abandonnés tel que celui de Versegères (Bagnes, 1997). Une ligne à haute tension en provenance de l'usine de Champsec traverse le secteur d'étude.



Figure 102: Images aériennes N° 19599991151335 du 3 juillet 1959 et N°19829990033300 du 12 août 1982. Disponibles sur map.geo.admin.ch (consulté le 05.06.18). Source : Office fédéral de topographie

L'extension spatiale de l'habitat a réellement débuté à partir de cette période et coïncide avec le développement touristique de Verbier et du domaine skiable de Bruson, lancé en 1961 par la société « Télésiège des mayens de Brusons SA » (Commune de Bagnes, 2018b). Le secteur d'étude se situe ainsi à l'intersection des deux domaines skiabiles de la commune, ce qui explique la prolifération des résidences principales et secondaires à partir de cette période. Ce développement se fait en périphérie et notamment entre les villages de Prarreyer et Versegères, floutant leurs limites.

1974 – 2010 : Le développement urbain

Changements observés

Les changements survenus durant cette période sont plus importants que ceux des deux périodes précédentes (Tabl. 30).

Tableau 30: Matrice de transition de 1974 à 2010

		2010								
	Surface (ha)	Forêt dense	Forêt clairsemée	Champ	Camping, espace vert	Verger	Espace bâti	Aire hydrologique	Sable et gravier	Total 1974
1974	Forêt dense	3.7	0.1	0.4	0	0	0.2	0	0	4.5
	Forêt clairsemée	0.7	2.3	1.3	0.1	0	0.4	0.0	0	4.8
	Champ	0.9	1.6	93.1	0.3	0.1	12.7	0	0	108.7
	Camping, espace vert	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Verger	0	0.1	5.7	0	1.8	1.2	0	0	8.8
	Espace bâti	0	0	0.2	0	0	10.4	0	0	10.6
	Aire hydrologique	0.0	1.3	0.2	0	0	0	3.4	0	4.9
	Sable et gravier	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Total 2010		5.3	5.4	100.9	0.4	1.9	24.8	3.4	0
Changement (ha)		0.9	0.6	-7.8	0.4	-6.9	14.2	-1.5	0	
Changement (%)		19.7	13.0	-7.2	100	-78.0	133.8	-31.0	-	

Les aires d'habitat se sont considérablement développées passant de 10,6 à 24,8 hectares de 1974 à 2010. Ce développement s'est surtout déroulé le long de la partie aval du cône de déjection, notamment entre Prarreyer et Versegères, rendant la limite entre les villages invisible. De plus, ce développement s'est surtout fait au détriment des champs qui ont diminué de 7,8 hectares. Les aires occupées par les vergers ont fortement diminué pour arriver à un total de 1,9 hectares en 2010. Tous ces changements sont visibles sur la carte de l'évolution des aires de champs (Fig. 103). A peu de détails près, les zones rouges correspondent aux nouvelles zones d'habitat et les zones vertes aux surfaces où les champs ont remplacé les vergers. De manière générale, on peut dire que les zones agricoles (vergers et champs) ont reculé (de 12,5%) face au développement des habitats. Du côté de Champsec, nous voyons que les aires hydrologiques ont reculé de 1,5 hectares.

Explication des changements

Le développement des habitats a été très important durant cette période. Par sa topographie, son altitude et sa situation favorable, cette période se caractérise par une hausse démographique importante répondant au développement impressionnant du tourisme. Ce développement s'est fait par un étalement urbain autour des vieux villages très denses (Fig. 104). Ce développement se caractérise essentiellement par des chalets modernes entourés de champs et de jardins. En réponse à la demande touristique, un camping apparaît au milieu des années 1970 du côté de Champsec.

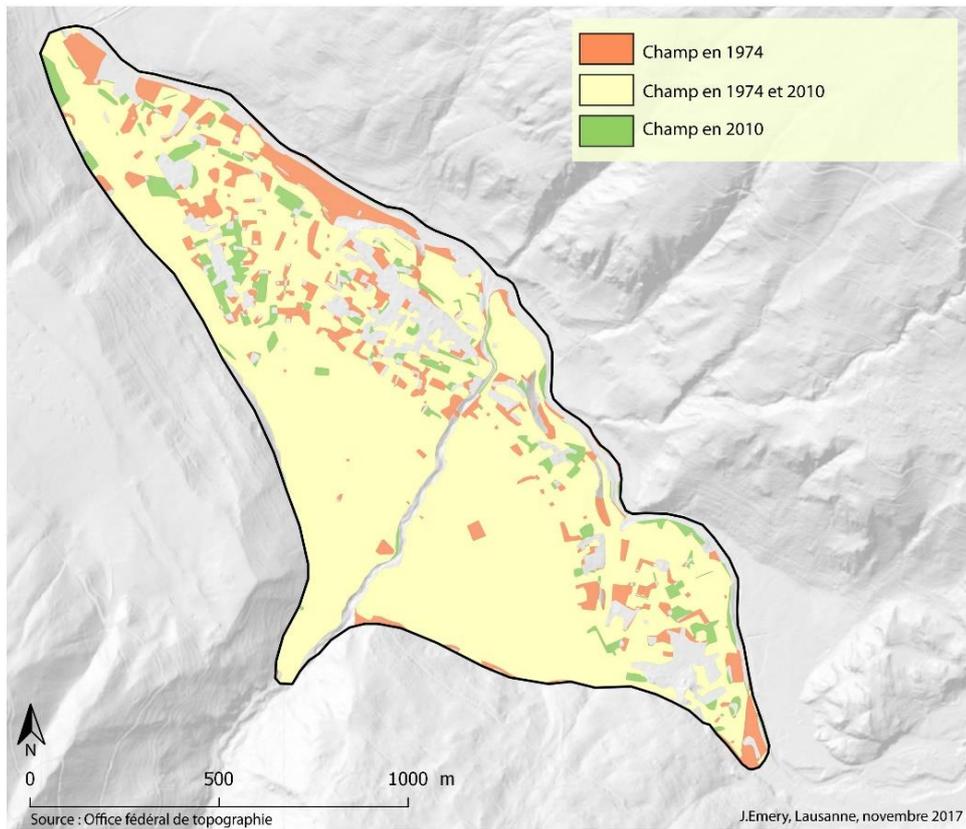


Figure 103: Evolution des aires de champs à Prarreyer, Versegères et Champsec de 1974 à 2010

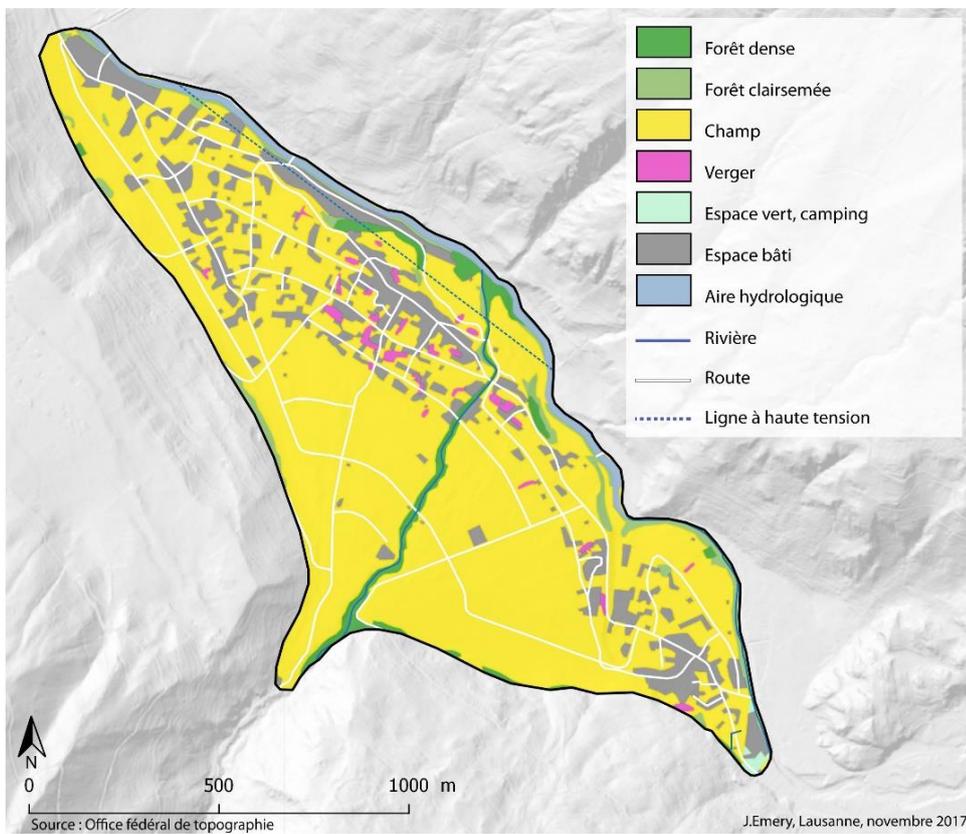


Figure 104: Occupation du sol à Prarreyer, Versegères et Champsec en 2010

5.5.5. Synthèse

Le paysage a fortement changé du début du XX^e siècle à aujourd’hui. Bien que la vocation de la région soit restée agricole, de nombreux changements ont eu lieu, notamment à partir des années 1960 avec la construction des maisons individuelles et au remaniement parcellaire. Nous pouvons synthétiser les évolutions qui ont eu lieu au cours du temps en nous focalisant sur l’évolution spatiale des surfaces agricoles (champs et vergers). Ceux-ci incarnent les différentes problématiques telles que les changements de la structure de l’agriculture (déprise agricole et remaniement parcellaire) et l’urbanisation.

Tableau 31: Matrice de transition de 1906 à 2010

		2010								
	Surface (ha)	Forêt dense	Forêt clairsemée	Champ	Camping, espace vert	Verger	Espace bâti	Aire hydrologique	Sable et gravier	Total 1906
1906	Forêt dense	0.2	0	0	0	0	0	0	0	0.2
	Forêt clairsemée	2.0	0.8	0.8	0.0	0	0.4	0.0	0	4.1
	Champ	3.0	2.9	85.0	0.3	0.7	12.5	0.0	0	104.4
	Camping, espace vert	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Verger	0	0.1	13.3	0	1.3	4.2	0	0	18.9
	Espace bâti	0	0	0.4	0.1	0	7.7	0	0	8.1
	Aire hydrologique	0.0	1.4	0.2	0	0	0.0	3.3	0	5.0
	Sable et gravier	0.1	0.1	1.2	0	0	0.0	0.0	0	1.5
	Total 2010	5.3	5.4	100.9	0.4	1.9	24.8	3.4	0	
	Changement (ha)	5.1	1.3	-3.5	0.4	-17.0	16.7	-1.6	-1.5	
Changement (%)	2570	33.1	-3.4	100	-89.7	206.2	-31.5	-100		

L’agriculture

L’aire totale occupée par les champs ne va que très peu changer au cours de la période d’étude (Tabl. 31). De 1906 à 2010, en contexte de déprise agricole, elles ne diminuent que de 3,4%. Si quantitativement ces changements sont mineurs, l’évolution spatiale des champs illustre mieux les problématiques (Fig. 105).

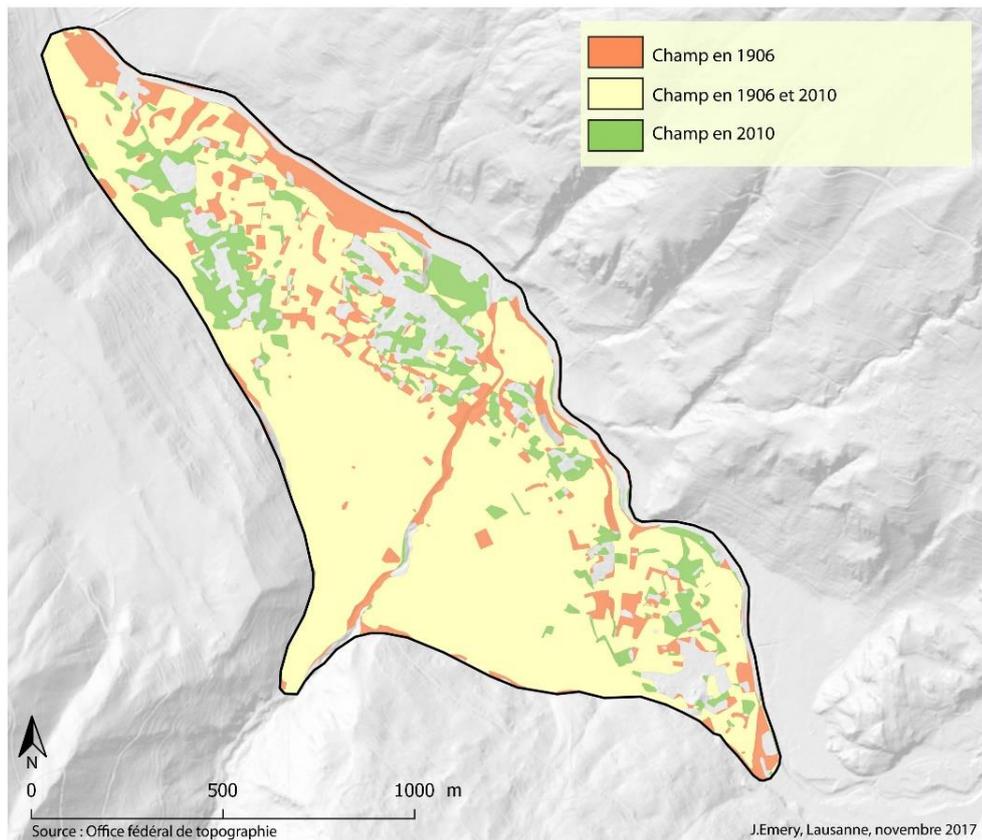


Figure 105: Evolution des aires de champs à Prarreyer, Versegères et Champsec de 1906 à 2010

Déprise agricole

De 1906 à 2010, les champs vont occuper des terrains plus facilement exploitables et laisser en friche les secteurs moins favorables. Ces terrains plus difficilement exploitables constituent les zones exposées à des aléas ou à des zones aux caractères topographiques plus chaotiques. Nous pouvons étudier ce phénomène par le reboisement. La carte de la figure 106 illustre l'évolution des aires boisées au cours du temps en fonction de la topographie.

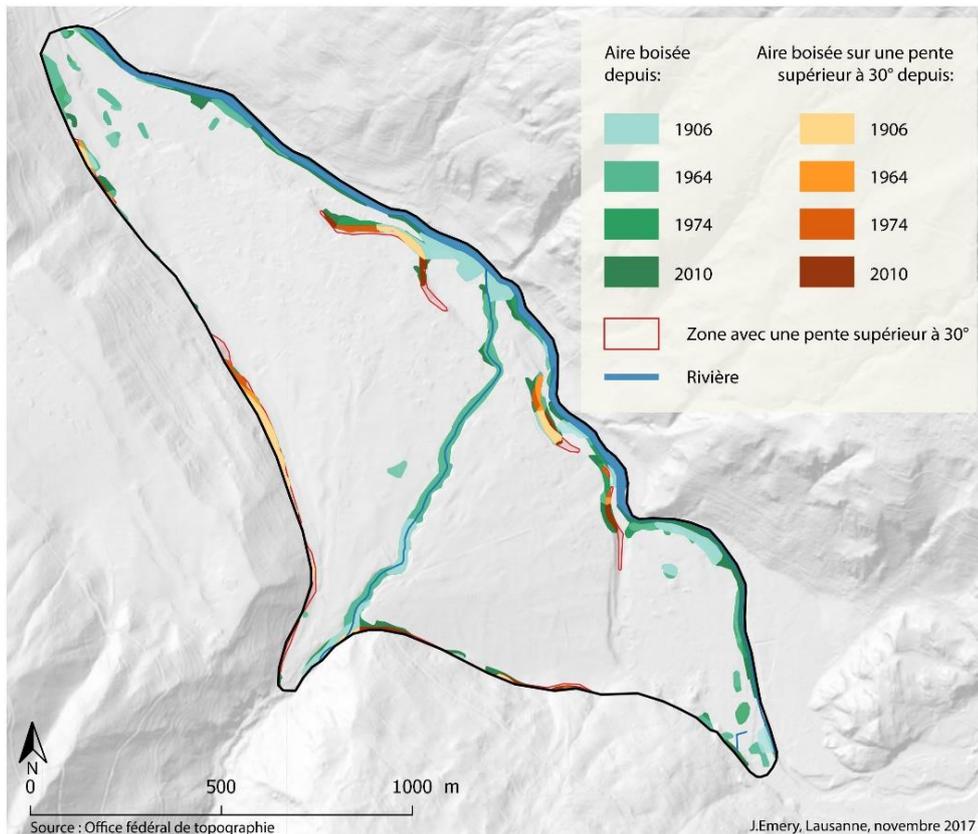


Figure 106: Le reboisement en fonction de la pente à Prarreyer, Versegères et Champsec de 1906 à 2010

Les aires boisées, ne représentant que 4,3 hectares en 1906, ont progressé pendant toute la période d'étude pour atteindre 10,7 hectares en 2010. Nous voyons une nette tendance au reboisement à proximité des cours d'eau. Une zone riparienne s'est ainsi constituée autour de la Dranse de Bagnes (Fig. 112B) et une étroite bande boisée s'est également formée sur les rives du torrent dévalant le cône de déjection. Il s'agit de changements paysagers importants car le cône de déjection est désormais segmenté en deux parties (Fig. 110).

Nous assistons également à un reboisement au niveau des anciens rebords d'érosion créé par la Dranse de Bagnes lors des crues et des débâcles historiques (Genoud, 2008 ; Corboz, 2015). Ces rebords constituent des zones où localement les pentes sont plus importantes (dépassant les 30°) et ont vite été abandonnées. Nous pouvons dire que les effets de la déprise agricole ont agi sur une échelle très locale dans ce secteur d'étude.

Remaniement parcellaire

Le remaniement parcellaire voit le maintien des activités agricoles dans les lieux où la topographie est favorable tandis que la déprise agricole se poursuit dans les zones plus accidentées. Si les aires de champs n'ont certes pas connu de diminution significative dans le secteur, les vergers ont drastiquement reculé au cours du temps (Fig. 107). Des 18,9 hectares qu'ils représentaient en 1906, il n'en reste que 1,9. 4,27 hectares sont devenus des espaces bâtis

et 13,3 hectares des champs. Jusqu'en 1964, la diminution des aires de vergers s'est effectuée à un rythme modéré, mais depuis, elle s'est fortement accélérée. Avec l'augmentation de la taille des parcelles et la mécanisation de l'agriculture, les cultures se sont homogénéisées, ce qui a valu la disparition des vergers (Bagnes, 1976).

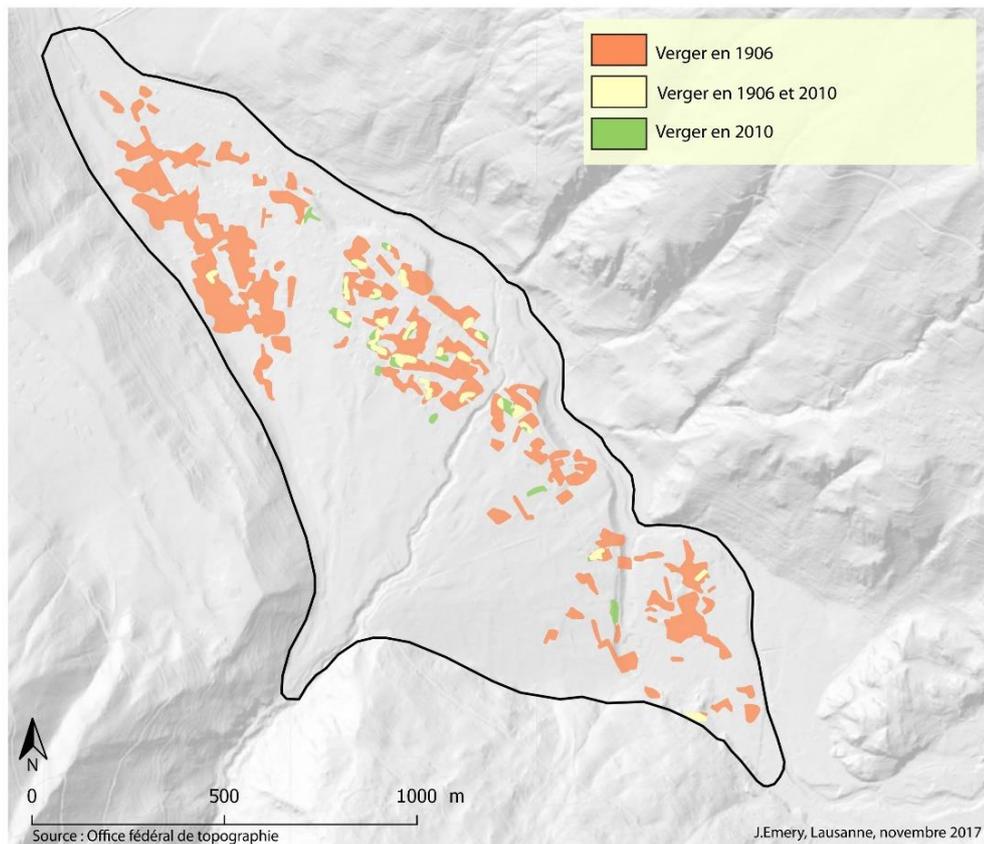


Figure 107: Evolution des aires de vergers à Prarreyer, Versegères et Champsec de 1906 à 2010

Les surfaces agricoles qui occupaient au total 123 hectares en 1906, n'en occupent « plus que » 102 en 2010. Cette diminution est, en comparaison avec d'autres secteurs de la commune, très faible et s'explique par le caractère favorable aux activités agricoles du secteur. Pour favoriser l'exploitation agricole intensive, le réseau routier s'est fortement développé et découpe le cône de déjection en quadrillage. Ces facteurs font la réputation agricole du secteur qui a vite été mise en avant par les statistiques au cours de l'histoire de la commune. En 1976, Prarreyer et Versegères (ainsi que Fionnay et Le Cotterg) étaient les seuls villages de la commune à avoir une prédominance agricole dans leur économie (Bagnes, 1997). Aujourd'hui, il reste encore une laiterie à Champsec. A Prarreyer, les traditions sont conservées tel que l'élevage de la vache de la race d'Hérens. Enfin, il est important de relever que les terrains agricoles du secteur sont aujourd'hui classés comme zone d'assolement par le canton du Valais (Commune de Bagnes, 2018c). Cela montre bien l'importance du secteur primaire dans la région.

L'urbanisation

Le phénomène d'urbanisation est devenu très important à partir des années 1960 et va de pair avec le développement du tourisme dans la commune. Ainsi, les surfaces bâties ont triplé passant de 8,1 hectares à 24,8 de 1906 à 2010 et un camping a été aménagé pour répondre à la demande touristique.

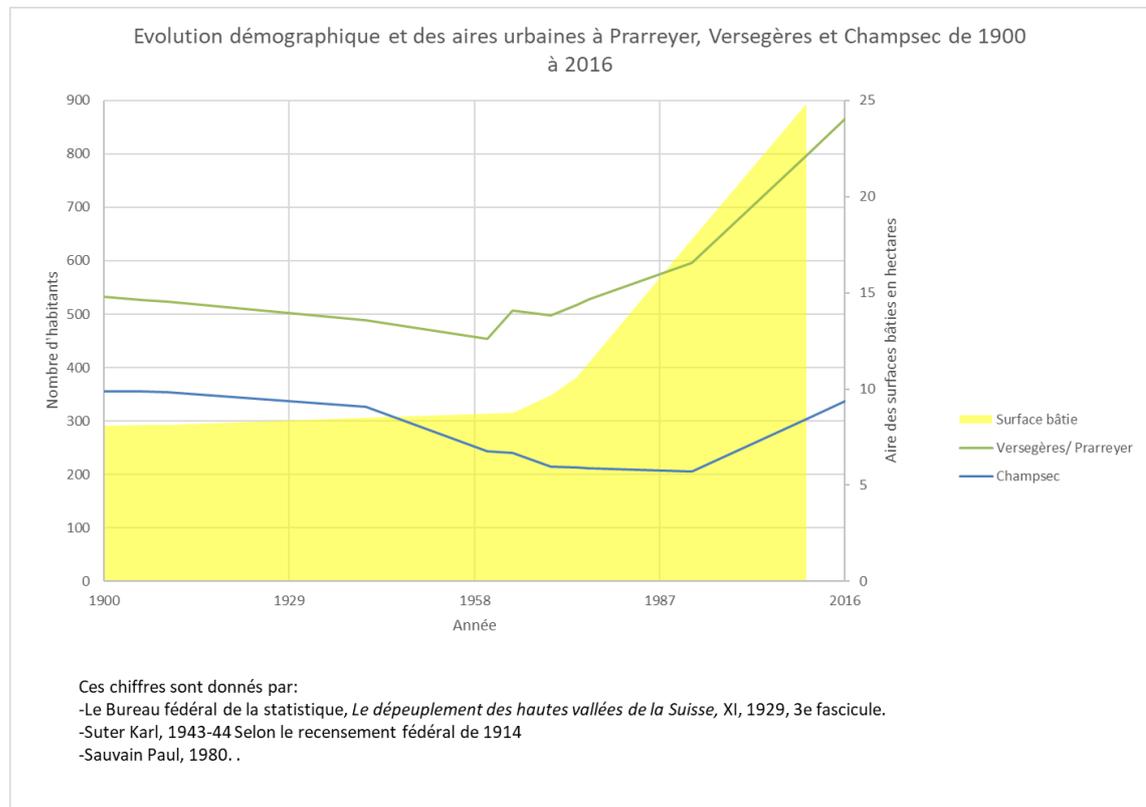


Figure 108: Evolution démographique et des surfaces bâties à Prarreyer, Versegères et Champsec de 1900 à 2016

Pour comprendre le développement urbain, il est important de tenir compte de l'évolution démographique (Fig. 108). Dans les statistiques, les populations de Versegères et Prarreyer ont été regroupés. Nous observons une baisse démographique jusqu'aux années 1960 avant une reprise dès les années 1970 à Versegères et Prarreyer, puis dès les années 1990 à Champsec.

Si la démographie était en baisse jusqu'aux années 1960, les espaces bâtis n'ont pas diminué. Depuis 1964, les surfaces bâties ont triplé alors que l'augmentation démographique n'a été « que de » 47,32% Cela s'explique par le fait que les habitations sont plus étalées et la taille des habitations plus importante (Fig. 111B). Cela se caractérise par un étalement urbain important consommant beaucoup de sol.

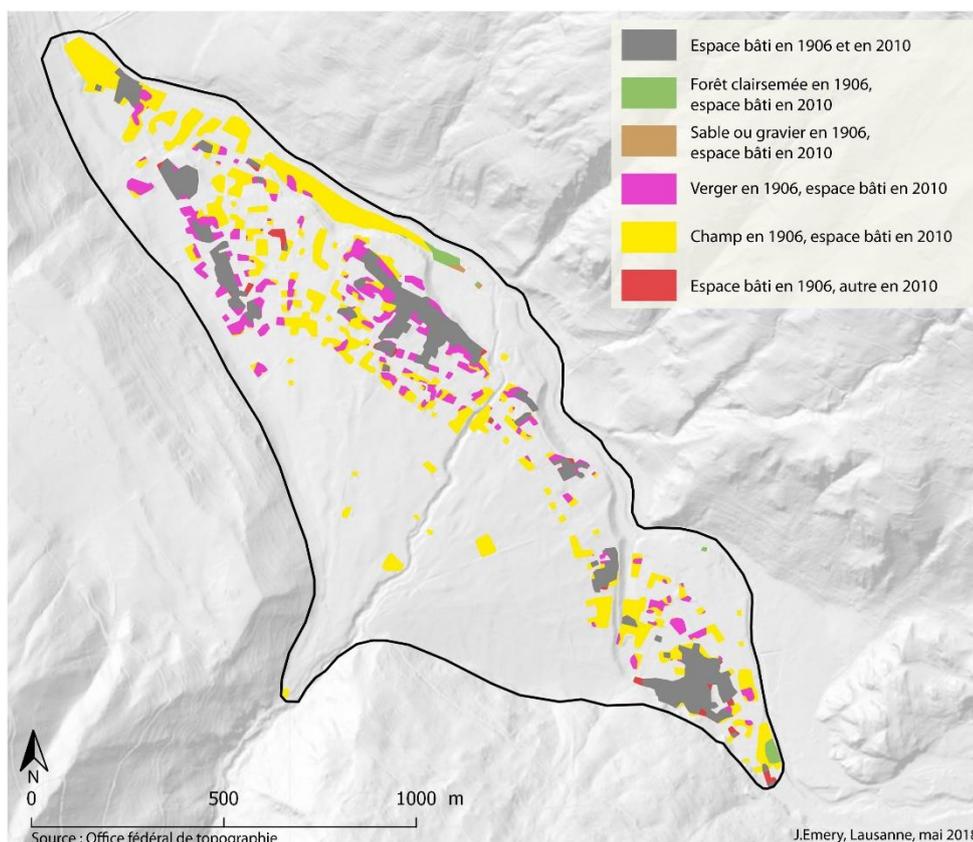


Figure 109: Développement des espaces bâtis à Prarreyer, Versegères et Champsec de 1906 à 2010

Nous pouvons voir sur la carte de la figure 109 l'étalement important du domaine bâti. Si les vieux villages n'ont pas bougé et ont conservé leur caractère authentique, ils contrastent avec les nouvelles habitations étalées sur toute la partie aval du cône de déjection. Le développement du bâti s'est fait au détriment des aires agricoles avec la disparition de 12,5 hectares de champs et 4,2 de vergers. Les aires de champs n'ont pas pour autant diminué significativement car ces pertes ont en partie été compensées au détriment des vergers. La diminution des vergers est donc une conséquence indirecte du développement urbain.

Les vergers

La disparition des vergers constitue une mutation paysagère très importante. En effet, les villages étaient au début du XX^e siècle entouré d'une épaisse bordure d'arbres et de vergers constituant une zone tampon entre le périmètre urbanisé et la zone agricole. Aujourd'hui, seuls subsistent quelques vergers dans les jardins privés et les habitations sont dispersées sur une grande partie du territoire (Fig. 111A et 112A). De ce fait, le paysage vu depuis le sol est nettement plus urbanisé aujourd'hui.

La disparition des vergers est non seulement une conséquence du remaniement parcellaire mais également du développement touristique.



Figure 110 : Cône de déjection segmenté par une bande boisée. Photo : J.Emery



Figure 111A: Village de Prarreyer. Figure 111B: Chalets modernes dans le village de Versegères. Photos : J.Emery



Figure 112A: Jardin privé et arbres fruitiers. Figure 112B: Dranse de Bagnes. Photos : J. Emery

5.6. Verbier

5.6.1. Tendances

Le secteur de Verbier constitue LE secteur urbain de tout le Val de Bagnes dont le périmètre bâti occupe aujourd’hui tout un plateau situé à 1500 mètres d’altitude. Aujourd’hui une véritable ville alpine, ce secteur ne constituait au début du XX^e siècle qu’un alpage avec son petit village traditionnel de montagne localisé sur le versant en aval du plateau. Il faudra attendre le milieu des années 1920 pour voir naître un véritable intérêt pour le tourisme dans la région. Les premières pensions, celles de la Rosablanche et du Mont-Fort, sont construites en 1927 sur le plateau (Deslarzes, 1998). Le développement urbain commence véritablement à partir des années 1950 suite à la construction de la route carrossable jusqu’à la place centrale en 1949 et du premier télésiège de Médran aux Ruinettes (Deslarzes, 1998). Les années 1960 à 2000 sont caractérisées par un étalement urbain de plus en plus important. Depuis, le domaine bâti a atteint ses limites physiques et se développe par densification. Aujourd’hui, la station de Verbier, de renommée internationale, peut accueillir jusqu’à 30'000 personnes au plus fort de la saison touristique (Pia, 2016). Les différentes étapes de l’évolution du secteur sont illustrées dans la figure 113.

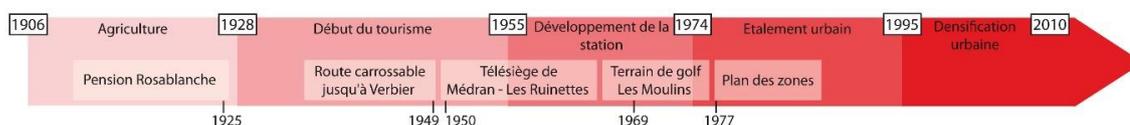


Figure 113: Frise chronologique retraçant le développement de Verbier

5.6.2. Sources et données utilisées

Les cartes topographiques de la Confédération de 1906, 1928, 1955, 1974, 1995 et 2010, correspondant à des dates importantes, ont été utilisées dans la réalisation des cartes synchroniques. La carte de 1906 présente le domaine dans un état « initial ». De 1906 à 1928, nous analysons les changements observés dans le secteur ancré dans une dynamique agropastorale. De 1928 à 1955 sont présentés les premiers changements qui ont eu lieu durant le stade initial du développement du tourisme. La période de 1955 à 1974 correspond à un développement important de la station et du domaine skiable. Les années entre 1974 et 1995 correspondent à la période où l'étalement urbain est le plus important. Enfin de 1995 à 2010, nous étudions les changements récents et le développement par densification de la station.

De nombreuses sources supplémentaires ont été utilisées pour compléter cette analyse. Nous avons massivement fait recours aux images aériennes et aux orthophotos de 1935 à 2010 disponibles sur le site map.geo.admin.ch (consulté le 05.06.18). Les cartes « Utilisation

simplifiée du sol » et « swissALTI3D estompage du relief » ont également été utilisées. Les cartes interactives des cadastres, de l'aménagement du territoire et des dangers naturels disponibles sur le site de la commune (Commune de Bagnes, 2017c) ont également été utilisées, tout comme de nombreux textes écrits et ouvrages notamment « Images de Verbier. Les anciennes cartes postales » (2012) et « Les noms des lieux de la commune de Bagnes : toponymie illustrée » (2000), qui ont été de véritables compléments d'informations.

5.6.3. Le paysage en 1906

En 1906, le paysage à Verbier ne laissait certainement pas présager le développement urbain que le secteur a connu (Fig. 114). Les alpages constituent de très loin la classe d'occupation du sol la plus importante du secteur. Avec 501 hectares, l'essentiel du plateau ainsi que les zones situées plus en amont sont occupés par des alpages, pâturages et des mayens. Au sud en aval du replat, nous distinguons Verbier-village et ses trois quartiers principaux (La Crettaz, Le Bry et La Luy) et le village de Médières à l'est. En dehors des villages principaux, nous voyons que de nombreux hameaux et chalets sont parsemés sur tout l'alpage de Verbier. Le versant est également occupé par les champs. Les aires boisées, deuxième catégorie d'occupation du sol, sont quant à elles bien groupées dans les parties les plus en amont du secteur d'étude.

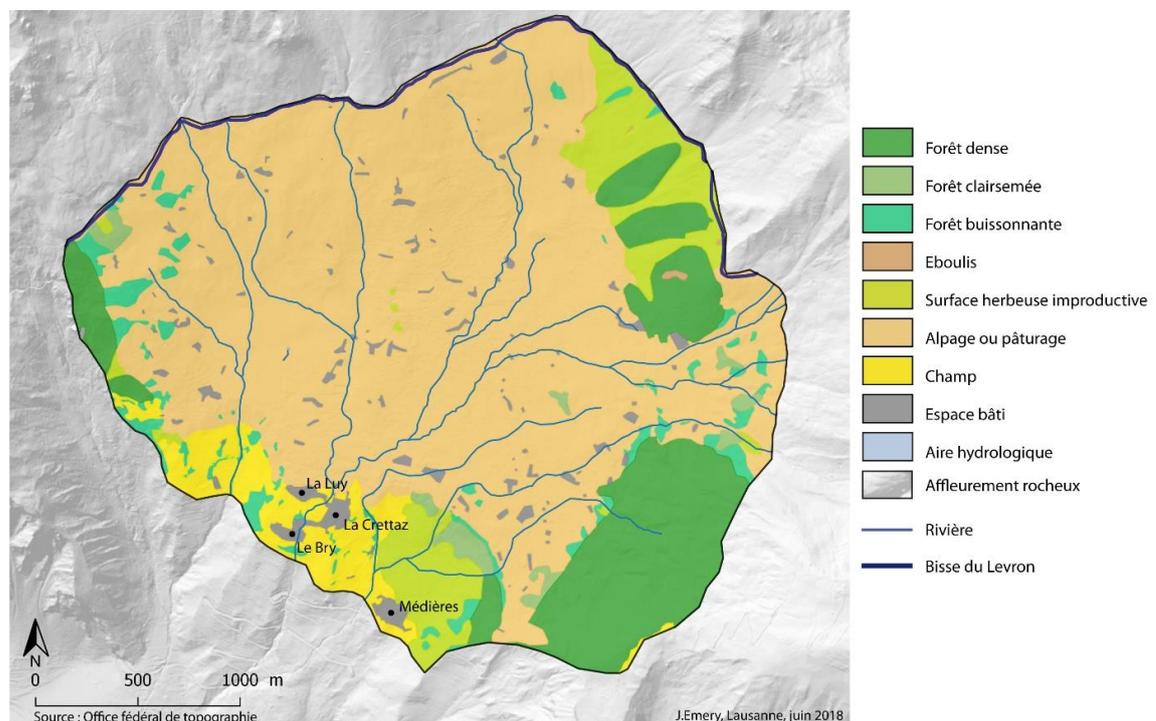


Figure 114: Occupation du sol à Verbier en 1906

A cette époque, les activités exercées sur le secteur étaient de type agro-pastoral. Nous constatons que les villages sont bâtis très densément sur des petits replats à l'intersection entre les champs (occupant le versant) et les alpages (occupant le plateau). La localisation des villages

en aval du plateau constitue également un emplacement idéal pour le captage des eaux dont une partie provient du bisse du Levrion (Fig. 114). Les cultures sont bien étagées avec les champs exposés en plein sud sur les versants. Tout le plateau de Verbier est occupé par les alpages et les pâturages, car ces sols souvent marécageux, peu fertiles et exposés aux dangers naturels sont peu favorables à l'exploitation de céréales (Pia, 2016). Les aires boisées se situent sur les pentes les plus importantes du secteur et jouent un rôle de protection contre les avalanches (Bagnes, 1997).

5.6.4. Les changements paysagers

Avant de passer à l'analyse, il est important de préciser que les aires des forêts buissonnantes et des forêts clairsemées ont été fusionnées sous le nom de forêt clairsemée dans les matrices de transition et les cartes diachroniques.

1906 – 1928 : Verbier, un pâturage

Les changements observés

Durant cette période, les changements sont peu importants à Verbier (Tabl. 32). Nous constatons une augmentation des aires de forêts clairsemées de 22,9 hectares. Cette augmentation s'est essentiellement faite au détriment des surfaces herbeuses improductives situées au nord-est et des alpages ou pâturages au nord-ouest. Les aires agricoles ont régressé de 9,5 hectares pour les alpages et pâturages et de 2,3 hectares pour les champs. Les surfaces herbeuses ont quant à elles reculé de 9,5 hectares. Les autres catégories d'utilisation du sol n'ont pas connu d'évolution significative durant cette période.

Tableau 32: Matrice de transition de 1906 à 1928

	Surface (ha)	1928											Total 1906	
		Forêt dense	Forêt clairsemée	Surface herbeuse improd.	Espace vert	Golf	Champ	Alpage ou pâturage	Espace bâti	Aire hydrologique	Eboulis	Affleurement rocheux		
	Forêt dense	105.7	4.7	2.8	0	0	0	0.3	0	0	0	0	0	113.4
	Forêt clairsemée	4.4	37.1	0.2	0	0	0	0.2	0	0	0	0	0	41.8
	Surface herbeuse improd.	3.0	13.0	43.8	0	0	0	0.0	0	0	0	0	0	59.9
	Espace vert	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Golf	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Champ	0	1.2	1.2	0	0	35.7	0	0	0	0	0	0	38
	Alpage ou pâturage	0.4	8.8	2.6	0	0	0	489.3	0.1	0	0	0	0	501.2
	Espace bâti	0	0	0	0	0	0	0.7	20.5	0	0	0	0	21.2
	Aire hydrologique	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Eboulis	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0.6
1906	Affleurement rocheux	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.1	0.1
	Total 1928	113.5	64.7	50.4	0	0	35.7	490.4	20.6	0	0.6	0.1		
	Changement (ha)	0.1	22.9	-9.5	0	0	-2.3	-10.8	-0.6	0	0	0		
	Changement (%)	0	54.8	-15.9	0	0	-6.1	-2.2	-2.8	0	0	0		

Explication des changements

La dynamique du secteur est entièrement ancrée dans le fonctionnement des activités agro-pastorales en ralentissement durant cette période suite à l'exode rural (Bagnes, 1976) Ainsi, en dehors des aires agricoles, des surfaces herbeuses improductives et des aires de forêts, il n'y a pas de changement important à relever. La carte de la figure 115 présente les secteurs qui se sont reboisés durant cette période. Nous voyons qu'ils se situent dans les parties les plus

élevées, à la topographie plus chaotique en bordure des aires boisées. Nous observons également une zone qui s'est déboisée (en orange) dans une zone de danger d'avalanche élevée. Il est donc probable que le déboisement soit lié à des avalanches.

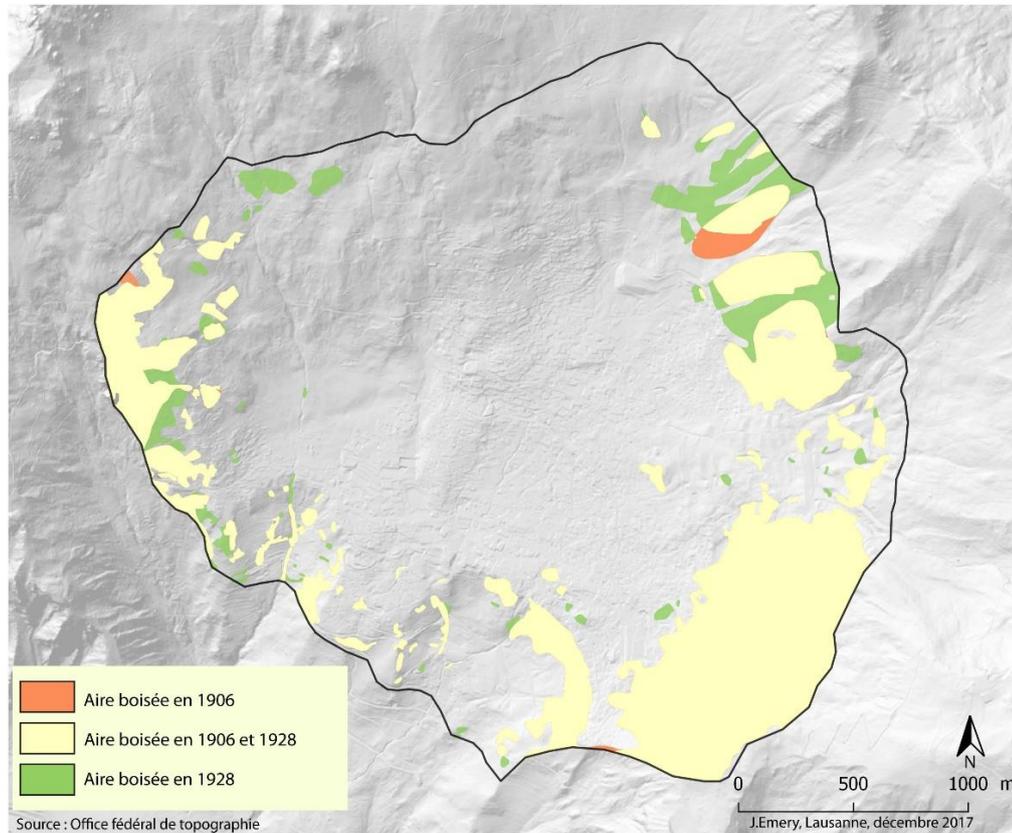


Figure 115: Evolution des aires boisées à Verbier de 1906 à 1928

1928 – 1955 : Verbier, un potentiel touristique

Changements observés

Cette période est marquée par des changements plus importants que lors de la période précédente (Tabl. 33). Les aires agricoles ont de nouveau reculé : on observe ainsi une diminution des alpages et des pâturages de 9,3 hectares et de 5,6 hectares pour les champs. La diminution des alpages s'est faite au profit des surfaces herbeuses improductives, des aires boisées et des espaces bâtis. Les alpages et les champs ont été colonisés par des surfaces herbeuses improductives et par les espaces bâtis dans la partie aval du terrain d'étude. L'avancée de la forêt s'est plutôt effectuée de manière parsemée dans les zones amont du terrain d'étude. La carte de l'évolution des aires d'alpages ou pâturage (Fig. 116) montre comment les terrains ont été colonisés par les surfaces herbeuses improductives et les surfaces bâties en aval et par les forêts en amont.

Tableau 33: Matrice de transition de 1928 à 1955

Surface (ha)	1955												Total 1928
	Forêt dense	Forêt clairsemée	Surface herbeuse improd.	Espace vert	Golf	Champ	Alpage ou pâturage	Espace bâti	Aire hydrologique	Eboulis	Affleurement rocheux		
Forêt dense	105.9	4.2	0.6	0	0	0.1	2.6	0.0	0	0.3	0	113.5	
Forêt clairsemée	33.3	24.8	2.6	0	0	0.2	3.5	0.1	0	0.4	0	64.7	
Surface herbeuse improd.	0.6	5.5	43.6	0	0	0.4	0.4	0.0	0	0	0	50.4	
Espace vert	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Golf	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Champ	0.4	2.8	4.4	0	0	27.4	0.5	0.4	0	0	0	35.7	
Alpage ou pâturage	3.0	7.0	3.7	0.9	0	1.7	470.6	3.7	0	0	0	490.4	
Espace bâti	0.1	0.1	0.0	0	0	0.4	3.9	16.2	0	0	0	20.6	
Aire hydrologique	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Eboulis	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.6	0	0.6	
1928 Affleurement rocheux	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.1	0.1	
Total 1955	143.3	44.3	54.9	0.9	0	30.1	481.1	20.2	0	1.2	0.1		
Changement (ha)	29.8	-20.4	4.5	0.9	0	-5.6	-9.3	-0.4	0	0.6	0		
Changement (%)	26.3	-31.5	8.9		0	-15.7	-1.9	-1.9	0	100			

Les aires boisées ont progressé par densification et étalement. Ainsi les aires de forêts denses ont augmenté de 29,8 hectares pour arriver à un total de 143 hectares tandis que les aires de forêts clairsemées ont diminué de 20,4 hectares.

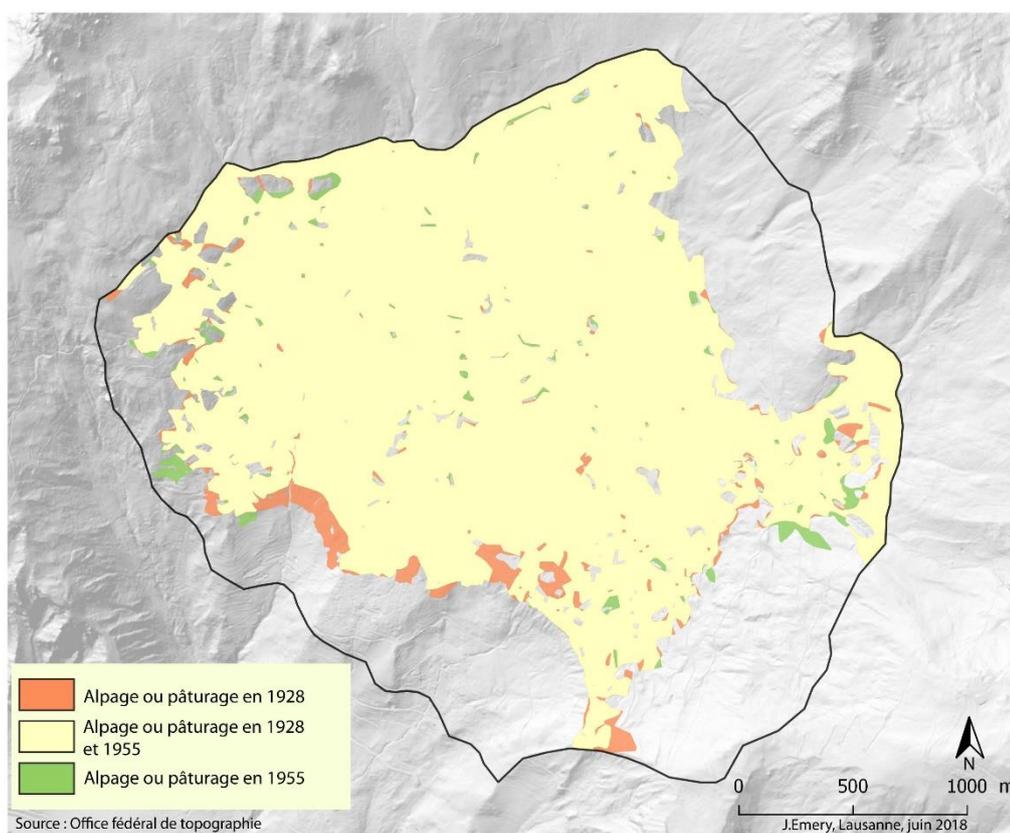


Figure 116: Evolution des aires d'alpages ou de pâturages à Verbier de 1928 à 1955

Les surfaces bâties ont, selon la matrice de transition, très peu évolué. Cependant la carte diachronique (Fig. 117) montre des changements spatiaux assez importants. Nous voyons un développement important dans la partie sud-est du plateau, tandis que sur le reste de terrain étudié, les surfaces bâties ont reculé.

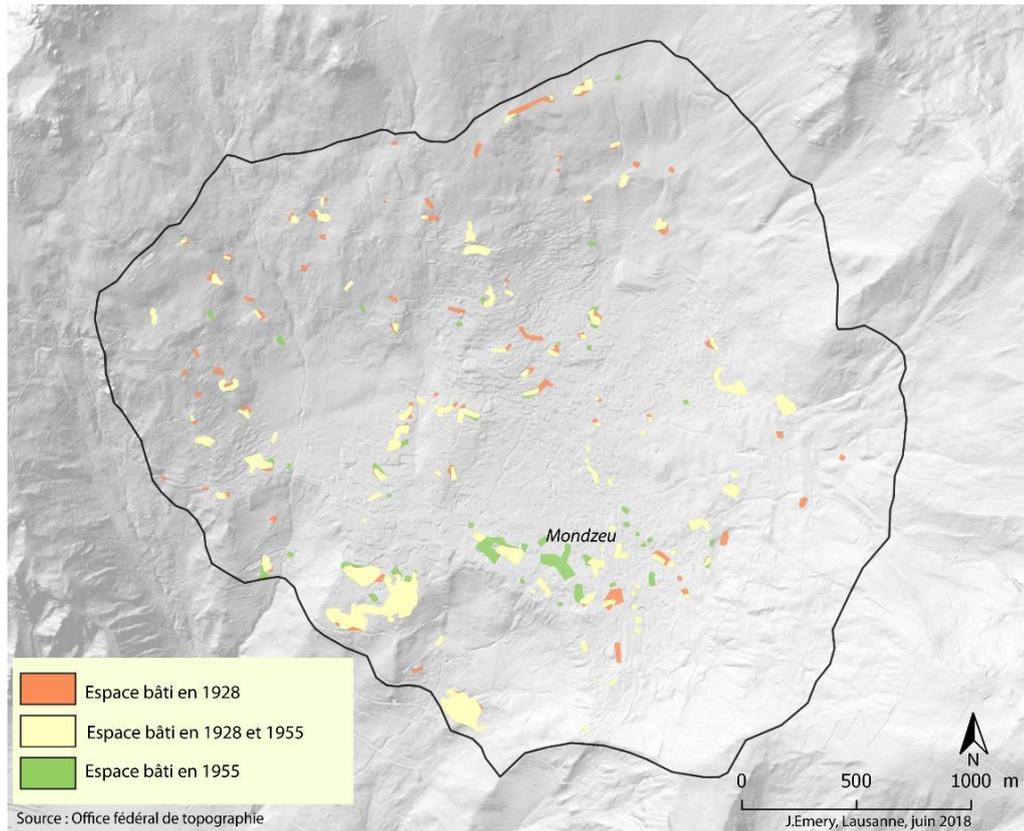


Figure 117: Evolution des espaces bâti à Verbier de 1928 à 1955

Explication des changements

Cette période correspond au début du développement touristique à Verbier. Même si le potentiel touristique avait déjà été relevé avant cette période (comme le montre l'exemple de la pétition de 1907 pour construire une route carrossable du Châble à Verbier pour l'exploitation des alpages et pour le tourisme), ce n'est qu'à partir des années 1920 que les premiers projets sont entrepris. Ainsi, après les pensions de Rosablanche et du Mont-Fort, le Sport-Hôtel est construit en 1933 à Mondzeu, suivi de l'Alpina en 1934 (Deslarzes, 1998). Durant les années 1930, période de crise économique, des dizaines de chalets sont construits chaque année à Verbier (Luisier et Michellod, 2012). En 1937, la Société de Développement de Verbier est fondée et en 1939 l'Administration communale élabore un plan de construction basé sur le chalet traditionnel (Deslarzes, 1998 ; Pia, 2016). Si aucun bâtiment hôtelier n'a été construit durant la Deuxième Guerre Mondiale, cette période voit les nuitées tripler, notamment avec la croissance de la parahôtellerie (Deslarzes, 1998). Cela s'explique en partie par les Genevois qui, ne pouvant plus se rendre en Savoie, viennent à Verbier. Après la guerre, le développement prend des proportions encore plus importantes. En 1947, le premier ski-lift est construit sur un terrain privé et la route carrossable arrive jusqu'à la place centrale en 1949 (Deslarzes, 1998). La période d'après-guerre constitue le véritable point de départ de la croissance importante de la

station. Celle-ci est symbolisée par la construction du télésiège de Médran aux Ruinettes lançant « le développement extraordinaire » de Verbier (Luisier et Michellod, 2012).

La matrice de transition ne met pas du tout ces changements en évidence. Cela s'explique d'une part par la désurbanisation des mayens consécutivement à la perte de vitesses des activités agricoles, mais également au fait que l'analyse se base sur une carte Siegfried (qui surreprésente les surfaces d'habitat) pour 1928 et une carte nationale pour 1955. Bien que ce facteur ait été considéré lors de la réalisation des cartes, il est plus que probable que les surfaces d'habitat soient encore exagérées sur les cartes synchroniques de 1906 et 1928. Néanmoins la carte diachronique (Fig. 117) permet de rendre compte du développement urbain au quartier de Mondzeu. Des hôtels, un minigolf, une patinoire et un court de tennis y ont été aménagés au début des années 1950 (Luisier et Michellod, 2012).

Les travaux de Deslarzes (1998) ont montré que l'emplacement du site de Mondzeu pour le développement de la station a en partie été déterminé par la cabane du Mont-Fort construite dans l'alpage de la Chaux en 1925. La renommée médiatique de cette cabane a attiré, pour des excursions à ski, de nombreux membres du Club Alpin Suisse dans la région. Mondzeu constitue en effet un emplacement stratégique pas trop difficile d'accès. La cabane du Mont-Fort a joué un rôle important dans la genèse de la station de Verbier.

Durant cette période, les activités touristiques côtoient les activités agricoles, les hôtels et résidences secondaires côtoient les mayens et les touristes côtoient les paysans. Même si les activités agricoles restent très importantes, leur ralentissement explique le reboisement et l'apparition des friches (surfaces herbeuses improductives).

1955 – 1974 : Le développement de la station de ski

Changements observés

Cette période est marquée par des changements très importants. Les alpages ont perdu 115 hectares et n'en occupent « plus que » 365,8. Nous constatons également une explosion des surfaces bâties avec une croissance de 77,2 hectares. Les surfaces herbeuses improductives ont augmenté de 19,7 hectares et les aires boisées de 13,9 hectares (Tabl. 34).

Tableau 34: Matrice de transition de 1955 à 1974

		1974											
	Surface (ha)	Forêt dense	Forêt clairsemée	Surface herbeuse improd.	Espace vert	Golf	Champ	Alpage ou pâturage	Espace bâti	Aire hydrologique	Eboulis	Affleurement rocheux	Total 1955
1955	Forêt dense	128.0	4.9	6.8	0	0	0.1	2.9	0.6	0	0	0	143.3
	Forêt clairsemée	15.3	22.2	2.2	0	0	0.3	3.0	1.3	0	0	0	44.3
	Surface herbeuse improd.	3	9.5	35.0	0	0	6.6	0	0.8	0	0	0	54.9
	Espace vert	0	0	0.6	0	0	0	0	0.4	0	0	0	0.9
	Golf	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Champ	0.1	4.5	1.4	0	0	22.4	0	1.5	0.2	0	0	30.1
	Alpage ou pâturage	3.0	10.9	28.7	0.6	2.1	3.1	359.1	73.8	0.1	0	0	481.1
	Espace bâti	0	0.1	0.1	0	0	0.2	0.7	19.1	0	0	0	20.2
	Aire hydrologique	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Eboulis	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1.2	0	1.2
	Affleurement rocheux	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.1	0.1
	Total 1974		149.4	52.1	74.6	0.6	2.1	32.8	365.8	97.4	0.4	1.2	0.1
	Changement (ha)		6.1	7.8	19.7	-0.3	2.1	2.7	-115.3	77.2	0.4	0	0
Changement (%)		4.3	17.6	35.9	-33.3		9	-24.0	382.2	20	0	0	

Sur la carte de la figure 118, nous pouvons voir quelles catégories d'occupation du sol occupent en 1974 les alpages de 1955. Nous remarquons que les changements se sont essentiellement produits au centre du terrain d'étude dans la partie la plus plane du plateau de Verbier, alors que les zones en amont n'ont été que très peu touchées.

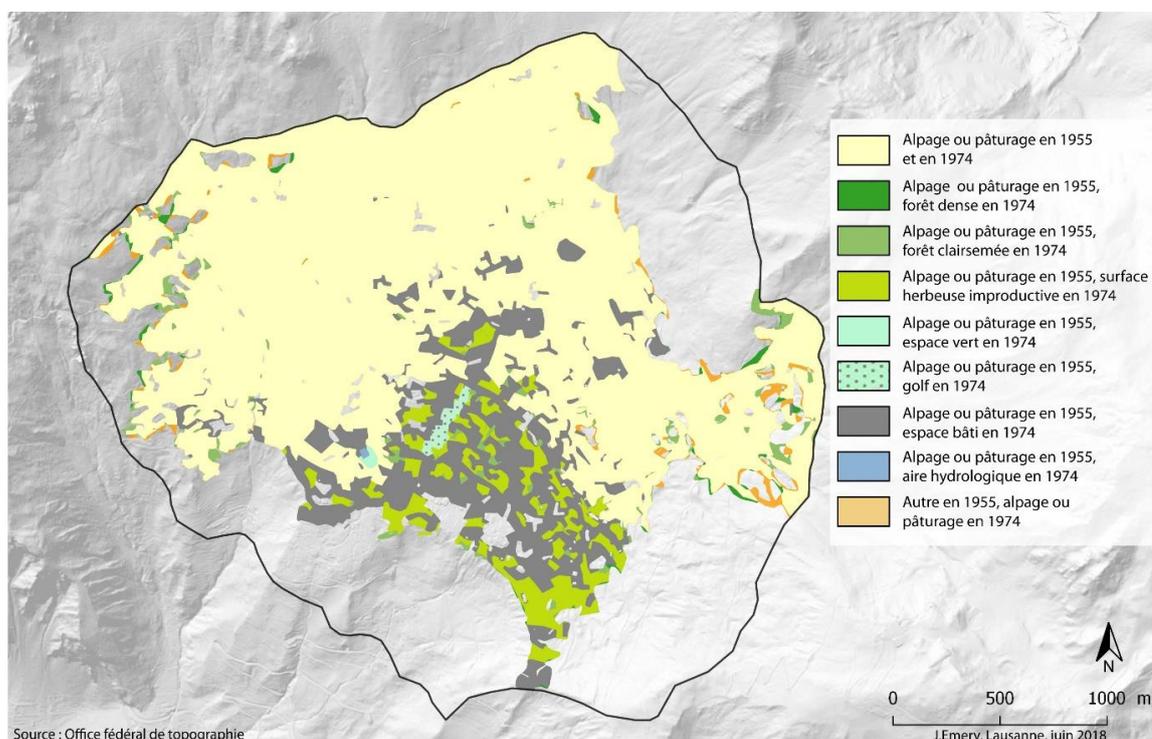


Figure 118: Evolution détaillée des alpages et pâturages de Verbier mettant en évidence le développement de la station entre 1955 et 1974

Explication des changements

Cette période correspond au développement très important du domaine skiable de Verbier et de la station. Plusieurs remontées mécaniques se sont construites durant cette période : celle de Savoleyres en 1955, celle des Attelas en 1957, celle du Lac des Vaux en 1959 et celle du Mont-Gelé à presque 3000 mètres d'altitude en 1960 (Deslarzes, 1998 ; Luisier et Michellod, 2012).

Le développement urbain a explosé et se caractérise par les résidences secondaires (Luisier et Michellod, 2012). Durant cette période, Verbier ressemble à un chantier à ciel ouvert. La partie occidentale commence à se développer dès la fin des années 1950 avec notamment l'apparition d'une piscine en 1959. Un plan d'aménagement est élaboré par l'administration communale en 1960 pour faire face aux problèmes d'urbanisme causé par le développement rapide de la station (Deslarzes, 1998). En 1969 la plus grande église de tout le Val de Bagnes est construite à Verbier station. Le premier terrain de golf, situé au centre de la station (aux Moulins) a été aménagé cette même année (Golf Club Verbier (consulté le 05.06.18)). En 1974, on relève 2600 chalets pour 38 hôtels (Bagnes, 1976).

Si l'urbanisation est importante, elle se caractérise par un développement peu dense. Ainsi chaque propriété a son jardin privé, ce qui a fortement marqué les statistiques avec l'augmentation des surfaces herbeuses improductives. Ces aires d'occupation du sol ont augmenté là où les forêts ont été abattues pour laisser passer la télécabine de Médran-Ruinettes (au sud-est) et une ligne à haute tension (au nord-ouest). Elles ont aussi augmenté là où les aires agricoles ont été abandonnées, comme au sud-est du terrain étudié. Dans la partie centrale de la station, l'augmentation correspond aux jardins privés et à la construction du terrain de golf. La carte de la figure 119 fait la distinction entre ces surfaces naturelles et « aménagées ».

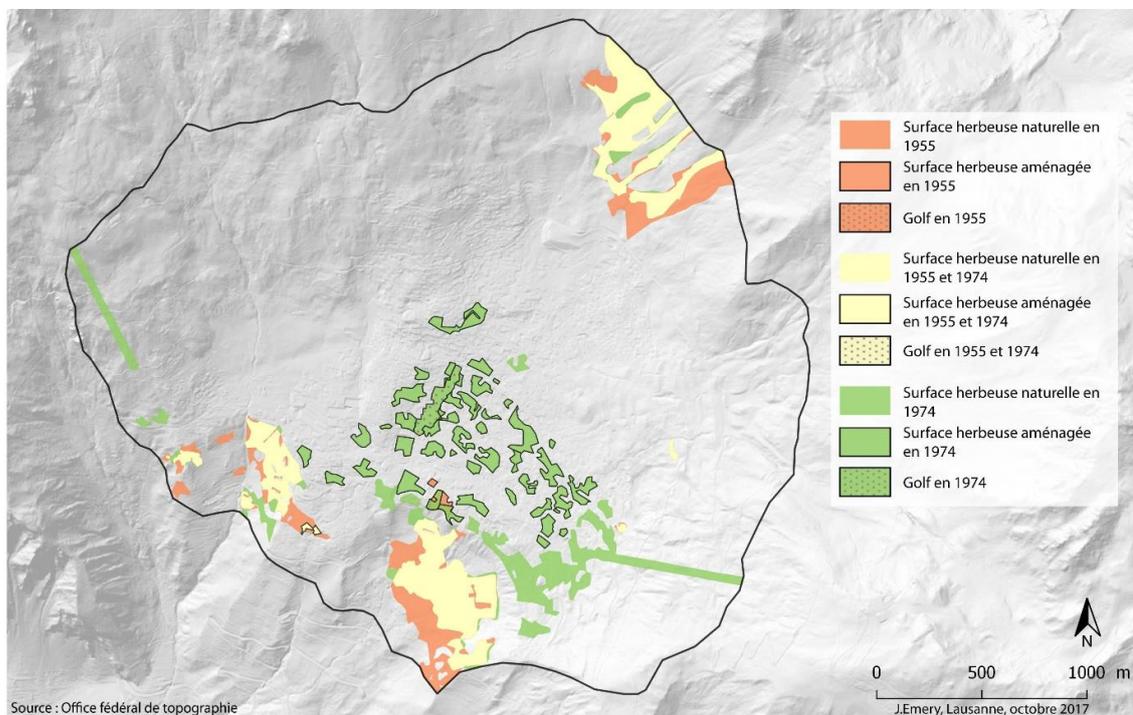


Figure 119: Evolution de toutes les surfaces herbeuses improductives à Verbier de 1955 à 1974. La distinction est faite entre les surfaces naturelles et les surfaces aménagées

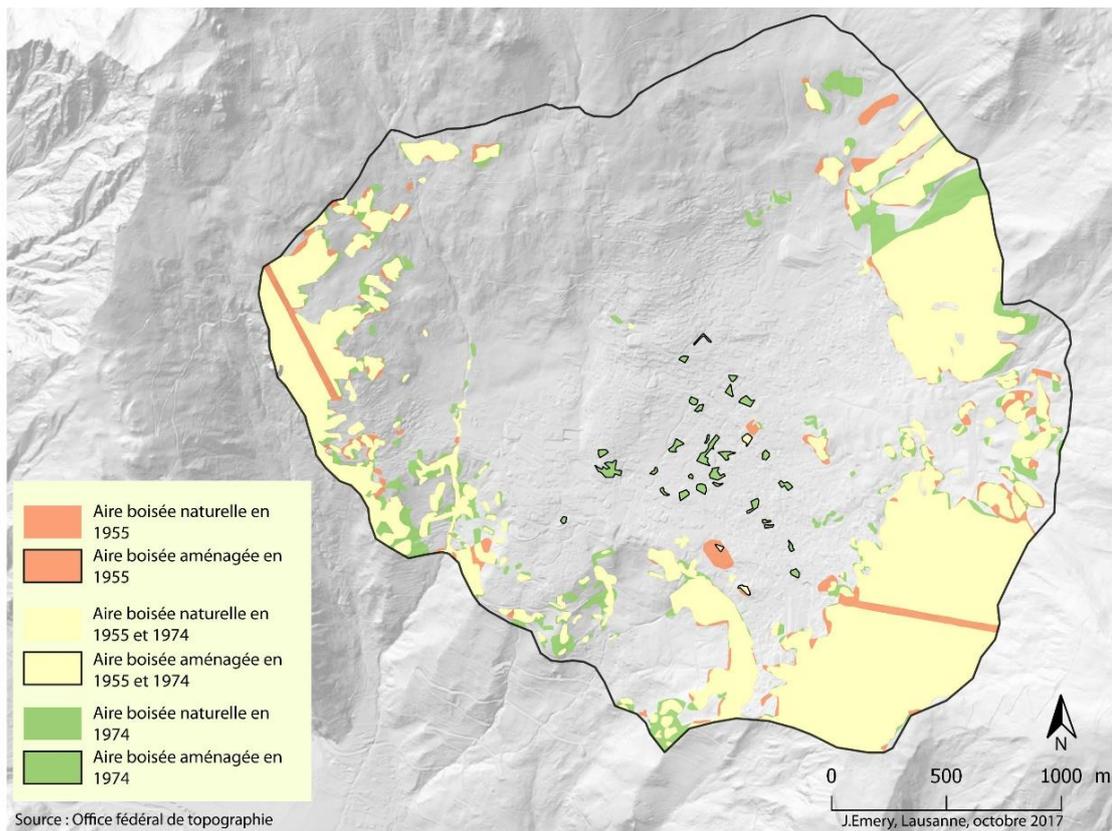


Figure 120: Evolution des aires boisées à Verbier de 1955 à 1974. La distinction est faite entre les surfaces naturelles et les surfaces aménagées

Le même phénomène s’est produit avec les aires boisées (Fig. 120). Si dans la partie amont, le reboisement s’est opéré naturellement sur les friches, il est au centre du terrain d’étude d’origine anthropique. Ces aires boisées constituent des arbres ou des haies privées et définissent souvent les limites entre les propriétés (Pia, 2016). Le reboisement autour des chalets a été recommandé par la Commission cantonale des constructions et a été rendu obligatoire par le règlement de construction de 1960 (Deslarzes, 1960). Cela a pour but de donner un aspect plus « naturel » au plateau de Verbier.

La carte synchronique (Fig. 121) met bien en avant tous les changements qui ont eu lieu durant cette période. Le réseau routier s’est largement densifié et emprunte les anciens sentiers d’alpages (Pia, 2016). Le périmètre urbain occupe la partie la plus plane du secteur et est le point de départ de nombreuses remontées mécaniques.

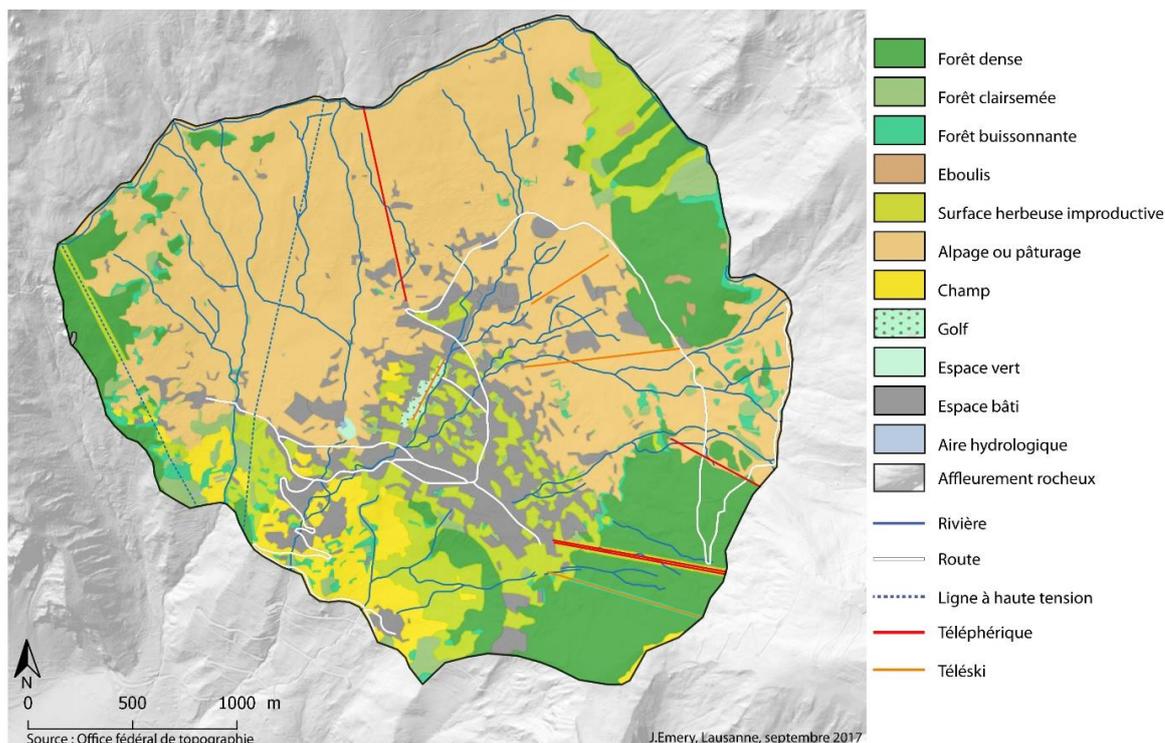


Figure 121: Occupation du sol à Verbier en 1974

1974 – 1995 : Etalement urbain

Changements observés

Les mêmes tendances sont observées durant cette période que lors de la période précédente (Tabl. 35). Nous notons ainsi la disparition de 120,1 hectares d'alpages et pâturages pour arriver à un total de 245,7 hectares en 1995. Les espaces bâtis ont augmenté de 66,7 hectares pour atteindre un total de 163,1 ha. Les terrains de golf occupent 29,3 hectares en 1995. Les surfaces herbeuses improductives ne connaissent qu'une faible augmentation de 1,8 hectares pour en totaliser 76,4. Nous constatons que seuls 29,11 hectares de surfaces herbeuses improductives de 1974 sont encore occupés par cette classe d'occupation du sol en 1995. Cela signifie que les changements spatiaux ont été importants.

Tableau 35 : Matrice de transition de 1974 à 1995

Surface (ha)	1995											Total 1974
	Forêt dense	Forêt clairsemée	Surface herbeuse improd.	Espace vert	Golf	Champ	Alpage ou pâturage	Espace bâti	Aire hydrologique	Eboulis	Affleurement rocheux	
Forêt dense	120.7	24.1	4.1	0	0.0	0	0.2	0.3	0	0	0	149.4
Forêt clairsemée	2.3	40.0	1.6	0	0.4	2.2	2.7	3.0	0	0	0	52.1
Surface herbeuse improd.	0.8	16	29.1	0	0	9.5	0.4	18.6	0	0	0	74.6
Espace vert	0	0	0	0.6	0	0	0	0	0	0	0	0.6
Golf	0	0	0	0	2	0	0	0.1	0	0	0	2.1
Champ	0.0	4.0	3.4	0	0	20.8	1.0	3.6	0	0	0	32.8
Alpage ou pâturage	0.4	15.5	36.9	2.7	26.4	0	240.8	43.0	0.1	0	0	365.8
Espace bâti	0	0.4	1.1	0	0.6	0.1	0.6	94.7	0	0	0	97.4
Aire hydrologique	0	0	0	0	0	0	0	0	0.3	0	0	0.4
Eboulis	0.2	0.1	0.1	0	0	0	0	0	0	0.9	0	1.2
1974 Affleurement rocheux	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.1	0.1
Total 1995	124.3	100.1	76.4	3.3	29.3	32.6	245.7	163.1	0.4	0.9	0.1	
Changement (ha)	-25.1	48	1.8	2.7	27.2	-0.2	-120.1	65.7	0	-0.3	0	
Changement (%)	-16.8	92.1	0.02	450	1295.5	-0.6	-32.8	67.4	0	-25	0	

Nous pouvons observer que les alpages ont à nouveau été grignotés depuis l'aval par les espaces bâtis et les surfaces herbeuses improductives (Fig. 122). A l'est, les alpages du Mayentset et des Esserts ont laissé leur place à d'importants terrains de golf. Les surfaces herbeuses improductives se sont développées à l'intérieur du tissu urbain et à l'amont de l'ancien alpage du Mayentset.

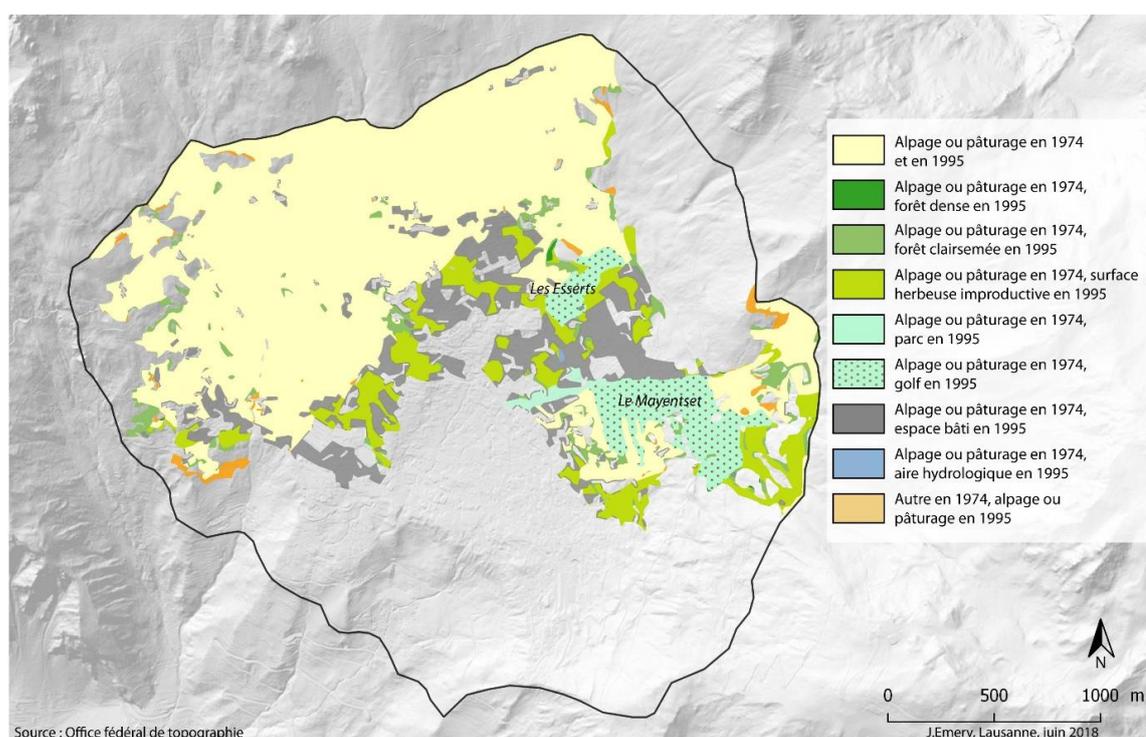


Figure 122: Evolution détaillée des alpages à Verbier de 1974 à 1995

Explication des changements

En 1975, la télécabine Le Châble – Verbier est ouvert. Le développement urbain se poursuit de manière très importante et le premier plan de zones qui distingue les zones constructibles des zones non constructibles est établi par les autorités en 1977. Ce plan, toujours basé sur le modèle du chalet individuel, a favorisé l'extension du bâti (en autorisant notamment chaque

chalet à avoir une place de parc individuelle) mais a également défini les zones à risques (Pia, 2016). Ce plan des zones explique le développement urbain en « doigts » de mains durant cette période. Les zones du Sonalon ou Pro Bordzey ainsi que l'ouest du plateau se sont fortement urbanisées, tandis que d'importants terrains de golf ont été aménagés stratégiquement là où la construction d'habitations était interdite en raison du danger élevé d'avalanches (Fig. 123 et Tabl. 36). Le terrain de golf le plus important a été construit en 1984 sur l'alpage du Mayentset, la même année que la création du Golf Club Verbier. Le parcours des Esserts, aménagé sur l'alpage du même nom, a été inauguré en 1992 (Golf Club Verbier (consulté le 05.06.18)).

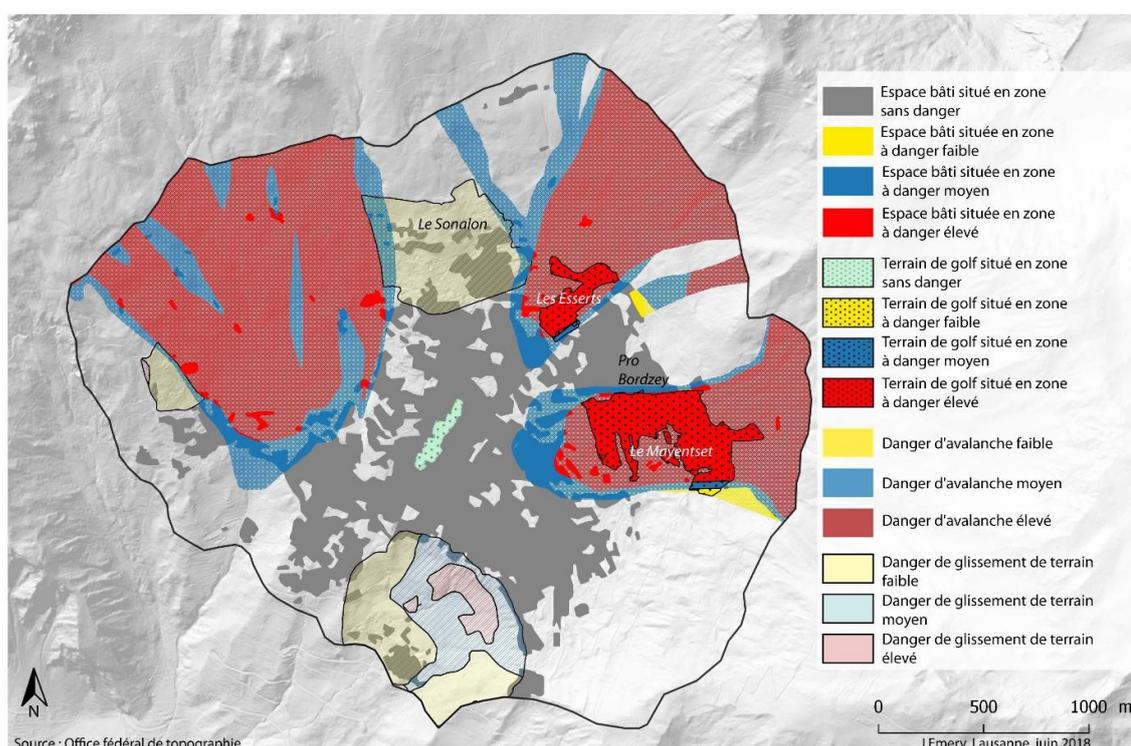


Figure 123: Aménagement des espaces bâtis à Verbier en fonction des dangers naturels en 1995

Tableau 36 : Développement des surfaces d'habitats de 1974 à 1995 en fonction des dangers naturels. Surfaces en ha.

	Surfaces d'habitats en 1974	Surfaces d'habitats construites entre 1974 et 1995
En zone hors danger	78.46	47.93
En zone jaune	5.34	8.3
En zone bleue	9.47	10.85
En zone rouge	3.07	1.3
Total	96.34	68.38

La carte de l'évolution des surfaces herbeuses improductives illustre bien les deux dynamiques caractérisant le développement urbain de Verbier durant cette période (Fig. 124). Nous observons une nette diminution de ces surfaces au centre de la station qui s'est urbanisé. Dans

les parties plus en amont du périmètre bâti, ces aires ont augmenté. Il s'agit des nouveaux jardins privés des résidences secondaires récemment bâties. Cette carte met très bien en avant l'étalement urbain sur les parties amont de la station et une densification dans la partie centrale. En dehors du périmètre urbain, nous constatons une augmentation de surfaces herbeuses improductives à l'est, entre l'ancien alpage du Mayentstet devenu un terrain de golf et celui du Vacheret.

Suite au remaniement parcellaire, les champs qui se trouvaient au sud-ouest du terrain d'étude ont été progressivement abandonnés, tandis qu'en amont de Médières, les terrains ont été mis en exploitation. Ce secteur qui constituait une zone humide à roseaux (Bagnes, 2000) est occupé par des champs à partir de l'image aérienne de 1977.

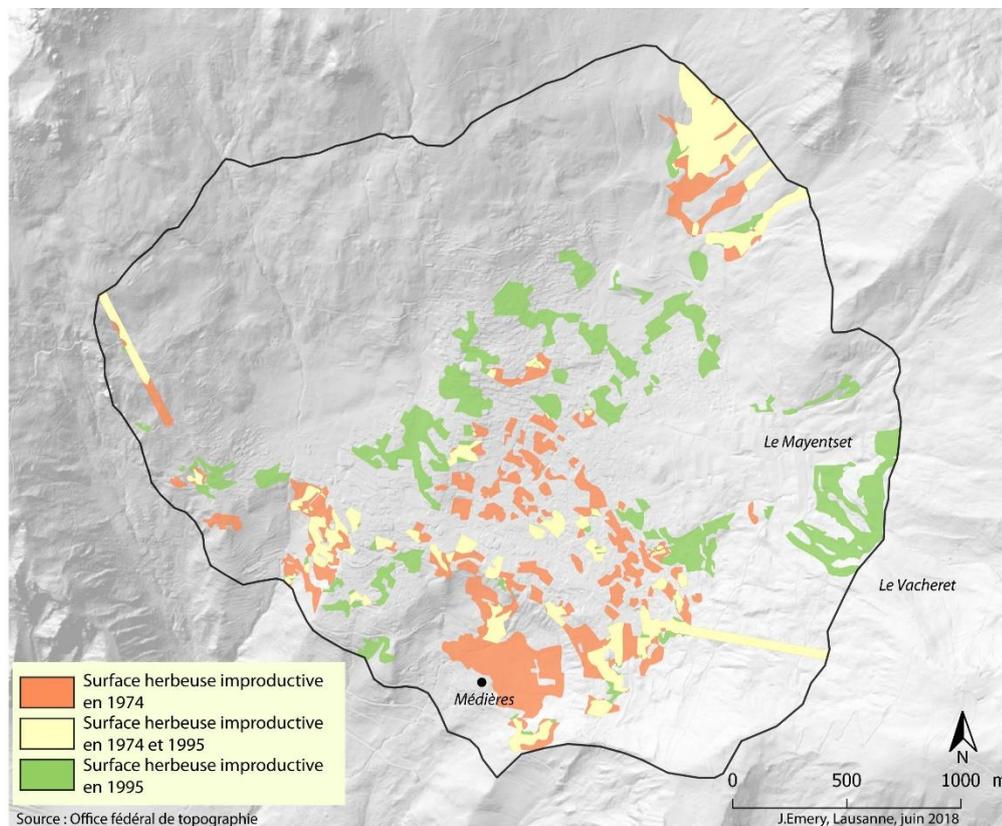


Figure 124: Evolution des surfaces herbeuses improductives à Verbier de 1974 à 1995

1995 – 2010 : La densification de la station

Changements observés

Comme nous pouvons le voir sur le tableau 37, le développement urbain se poursuit durant cette période. On constate ainsi une augmentation de 39,8 hectares des surfaces bâties. Les aires boisées connaissent une hausse de 9,6 hectares. De l'autre côté de la balance, la diminution des aires d'alpages se poursuit mais à un rythme ralenti (on note une diminution de

« seulement » 23,2 hectares). Les surfaces herbeuses improductives ont commencé à diminuer durant cette période, passant de 76,4 hectares en 1995 à 55 hectares en 2010.

Tableau 37: Matrice de transition de 1995 à 2010

		2010												
	Surface (ha)	Forêt dense	Forêt clairsemée	Surface herbeuse improd.	Espace vert	Golf	Champ	Alpage ou pâturage	Espace bâti	Aire hydrologique	Eboulis	Affleurement rocheux	Total 1995	
1995	Forêt dense	114	8	1.4	0	0.1	0.2	0.6	0	0	0	0	124.3	
	Forêt clairsemée	7.4	76.7	5.3	0	0.1	2.9	2.8	4.9	0	0	0	100.1	
	Surface herbeuse improd.	0.2	16	38.0	0	0	0	0	22.2	0	0	0	76.4	
	Espace vert	0	0	0	3.26	0	0	0	0.1	0	0	0	3.3	
	Golf	0	1	0	0	28.2	0	0	0.1	0	0	0	29.3	
	Champ	0.1	2.2	1.4	0	0	26.9	0.0	2.1	0	0	0	32.6	
	Alpage ou pâturage	0.1	6.5	8.1	0	0	0	218.9	12.1	0.0	0	0	245.7	
	Espace bâti	0	0.4	0.8	0	0	0.1	0.3	161.6	0	0	0	163.1	
	Aire hydrologique	0	0	0	0	0	0	0	0	0.4	0	0	0.4	
	Eboulis	0.2	0.4	0	0	0	0	0	0	0	0.3	0	0.9	
	Affleurement rocheux	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.1	0.1	
	Total 2010		121.9	111.1	55	3.3	28.3	30	222.5	202.9	0.4	0.3	0.1	
	Changement (ha)		-2.4	11	-21.4	0	-1	-2.6	-23.2	39.8	0	-0.6	0	
Changement (%)		-1.9	11	-28	0	-3.4	-8	-9.4	24.4	0	-66.7	0		

Si le développement urbain s'est poursuivi, il ne s'est pas caractérisé par une extension du bâti, mais par un développement à l'intérieur du périmètre urbain lui-même (Fig. 125). Il s'est essentiellement fait au détriment des surfaces herbeuses improductives pour une urbanisation de 22,2 hectares, contre « seulement » 12,1 hectares d'alpages et 4,9 hectares de forêts clairsemées.

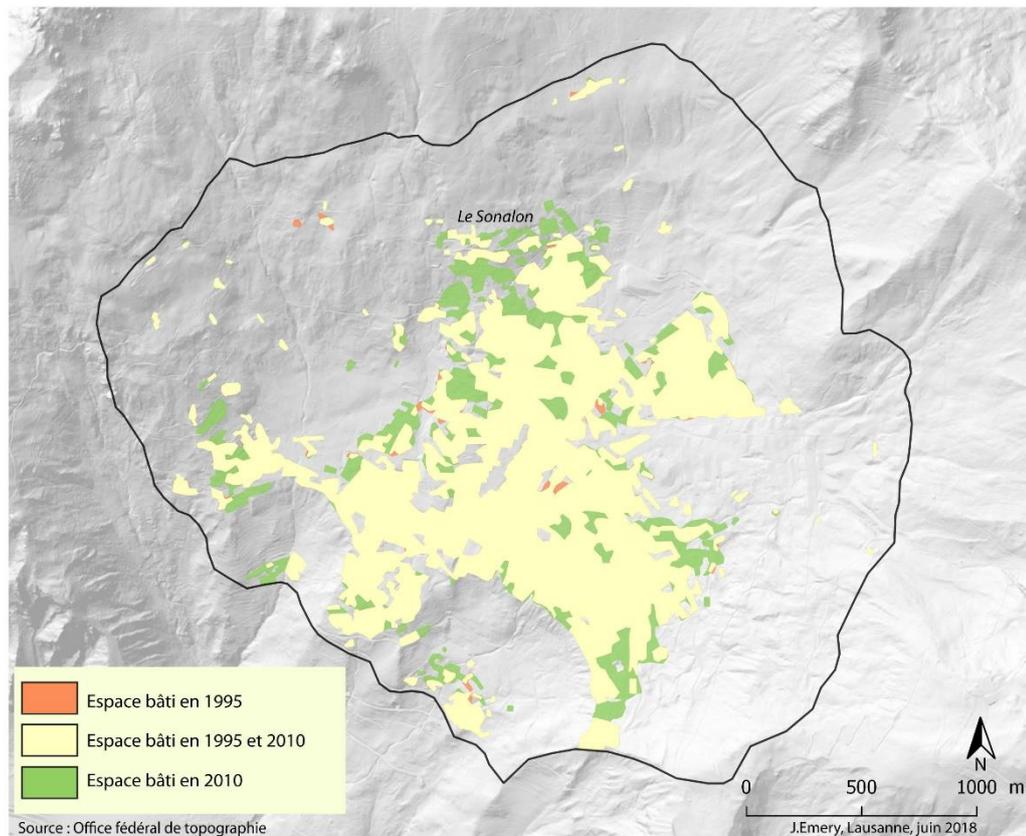


Figure 125: Evolution des espaces bâtis à Verbier de 1995 à 2010

Explication des changements

Durant cette période le domaine bâti a atteint les limites physiques offertes par le territoire. Il est muselé par les limites topographiques, les dangers naturels et les forêts. Le développement ne pouvant pratiquement plus se faire par étalement s'est opéré par densification des aires déjà conquises (Pia, 2016). Cela explique la disparition des surfaces herbeuses improductives et des forêts clairsemées qui constituaient les jardins privés des propriétaires. Seule la partie la plus au nord du domaine bâti s'est étalée au Sonalou. Nous voyons sur la figure 126 que ce développement s'est fait sur une zone de danger de glissement de terrain faible. De 1995 à 2010, une proportion plus importante du bâti s'est développée sur des zones exposées aux dangers naturels, ce qui traduit bien le fait que le développement urbain à Verbier a atteint ses limites (Pia, 2016), voire les a outrepassées.

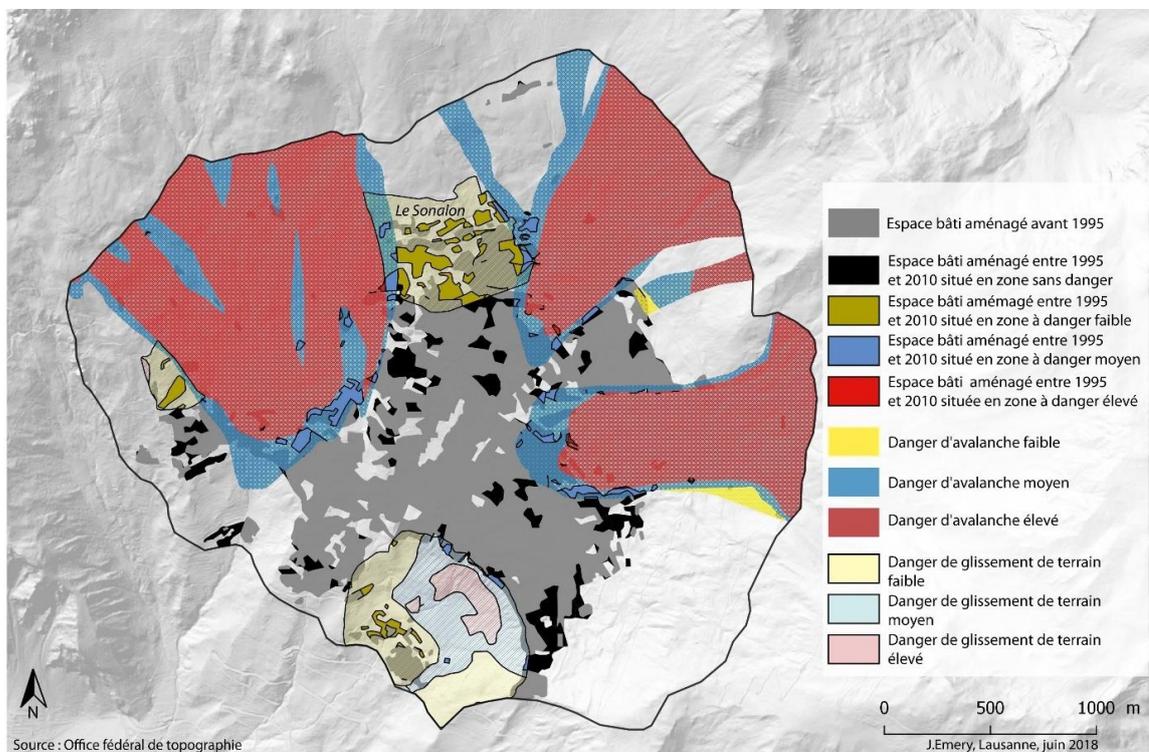


Figure 126: Aménagement des espaces bâtis à Verbier de 1995 à 2010 en fonction des dangers naturels

Tableau 38: Développement des surfaces d'habitats de 1995 à 2010 en fonction des dangers naturels. Surfaces en ha.

	Surfaces d'habitats en 1995	Surfaces d'habitats construites entre 1995 et 2010
En zone hors danger	125.63	23.33
En zone jaune	13.47	9.72
En zone bleue	19.65	7.89
En zone rouge	4.3	0.46
Total	163.05	41.4

L'évolution des surfaces herbeuses improductives est une fois de plus un bon indicateur pour mettre en avant les dynamiques du développement urbain. Nous observons très clairement une diminution des surfaces herbeuses improductives sur l'ensemble du domaine bâti à l'exception du quartier du Sonalon qui vient d'être aménagé (Fig. 127). A l'extrême nord du terrain d'étude, la disparition des surfaces herbeuses improductives met en avant le reboisement important de la forêt protectrice.

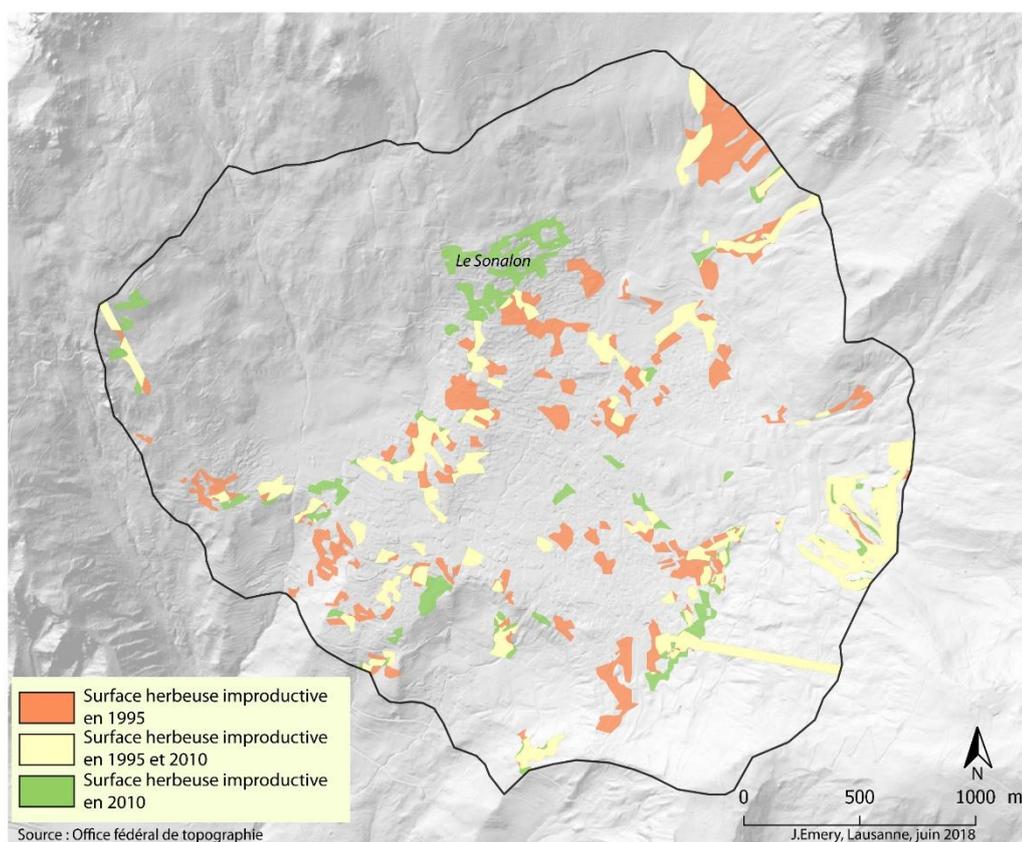


Figure 127: Evolution des surfaces herbeuses improductives à Verbier de 1995 à 2010

5.6.5. Synthèse

Le paysage de Verbier a radicalement changé au cours du siècle étudié (Tabl. 39 et Fig. 128) et plus particulièrement sur les 60 dernières années. Seuls les alpages et pâturages situés en amont

de Verbier attestent d'un passé basé sur les activités agro-pastorales. Et encore faut-il s'y rendre en été, car en hiver ces terrains sont destinés à la pratique des sports d'hiver.

Tableau 39: Matrice de transition de 1906 à 2010

Surface (ha)	2010											Total 1906
	Forêt dense	Forêt clairsemée	Surface herbeuse improd.	Espace vert	Golf	Champ	Alpage ou pâturage	Espace bâti	Aire hydrologique	Eboulis	Affleurement rocheux	
Forêt dense	80.8	22.3	8.8	0	0.6	0.2	0.3	0.2	0	0.1	0	113.4
Forêt clairsemée	20.9	11.2	3.6	0	0.1	1	2.7	2.4	0	0	0	41.8
Surface herbeuse improd.	9.4	29.9	5.7	0	0	13.2	0.7	1.1	0	0	0	59.9
Espace vert	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Golf	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Champ	2.1	11	2.2	0	0	14.5	1.3	6.6	0.2	0	0	38
Alpage ou pâturage	8.5	36.4	33.8	3.3	27.4	0.8	215.2	175.6	0.2	0	0	501.2
Espace bâti	0.1	0.3	0.8	0	0.2	0.3	2.3	17.2	0	0	0	21.2
Aire hydrologique	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Eboulis	0.2	0.1	0.1	0	0	0	0	0	0	0.2	0	0.6
Affleurement rocheux	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.1	0.1
Total 2010	121.9	111.1	55	3.3	28.3	30	222.5	202.9	0.4	0.3	0.1	
Changement (ha)	8.5	69.3	-4.9	3.3	28.3	-8	-280.5	181.7	0.4	-0.3	0	
Changement (%)	7.5	165.8	-8.2	-	-	-21.1	-56.0	857.1	-	-50	0	

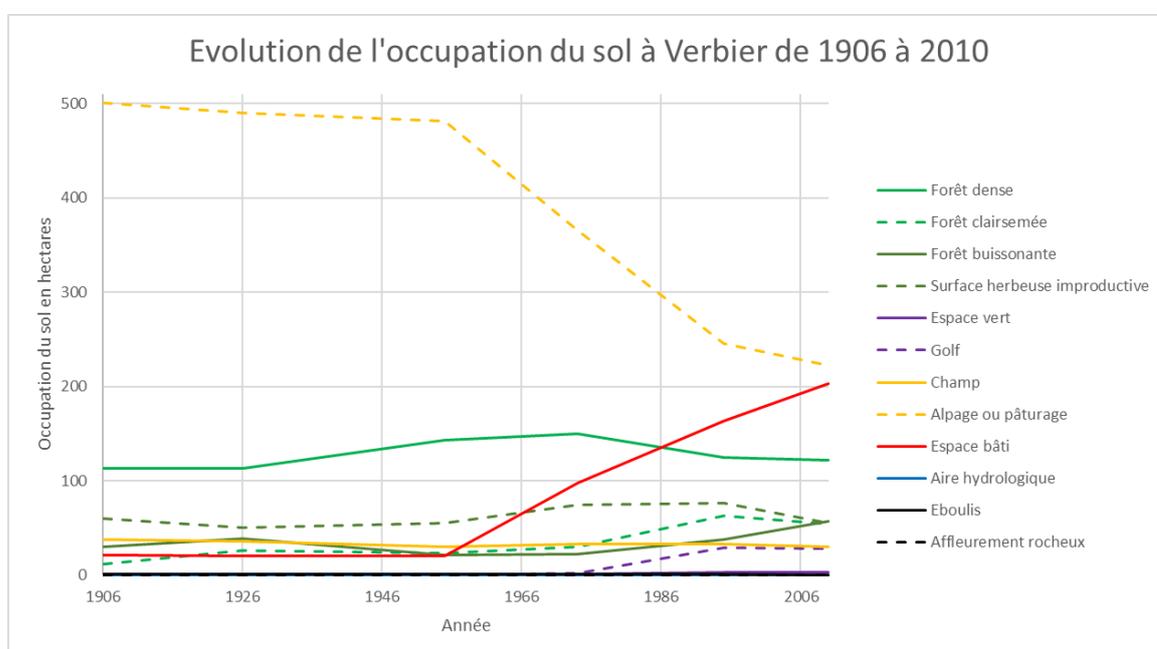


Figure 128: Evolution de l'occupation du sol à Verbier de 1906 à 2010

Le développement de la station

Sans surprise, le changement le plus important concerne les aires d'alpages qui occupaient 501,2 hectares en 1906 et n'occupent plus que 222,5 hectares en 2010 (perte de 56%). Cette diminution s'est faite au profit des espaces bâtis, mais également des terrains de golf et des forêts. Les surfaces bâties ont augmenté de 181,7 hectares, passant de 21,2 à 202,9 hectares (+ 857 %), les terrains de golf ont conquis 28,3 hectares.

Si le développement des surfaces bâties semble être l'indicateur le plus évident pour illustrer le phénomène du développement de la station, il n'est pas le seul à être considéré. En effet, le développement de la station concerne également les terrains de golf, les espaces verts, des surfaces herbeuses improductives et des forêts clairsemées. Pour ces deux derniers indicateurs,

le développement de la station n'est pas la seule cause explicative de leur évolution. Ils évoluent en dehors du périmètre urbain en fonction de processus naturels (colonisation des forêts clairsemées, densification des aires boisées).

Dès lors, l'évolution des alpages semble être le meilleur indicateur pour relever les différentes étapes du développement de la station de Verbier. En observant le graphique de la Fig. 128, nous pouvons relever trois périodes distinctes de développement de la station.

1906 - 1955 : La déprise agricole

Cette période correspond à la lente mise en route du développement de la station. Si les premières pensions sont construites durant les années 1920 et les idées d'un développement font déjà surface (Deslarzes, 1998), ce ne sera qu'à partir de 1950 avec l'inauguration du télésiège de Médran - Ruinettes que le développement commencera véritablement. Durant cette période, nous remarquons néanmoins une densification des espaces bâtis au niveau de Mondzeu, au sud de la station (Fig. 129). Les changements liés à la déprise agricole sont plus importants durant cette période que ceux liés au développement de la station. Nous notons effectivement une augmentation des aires boisées et des surfaces herbeuses improductives sur les pentes les plus importantes ou à proximité des forêts. Le centre de l'alpage quant à lui n'a pas été touché par ce phénomène.

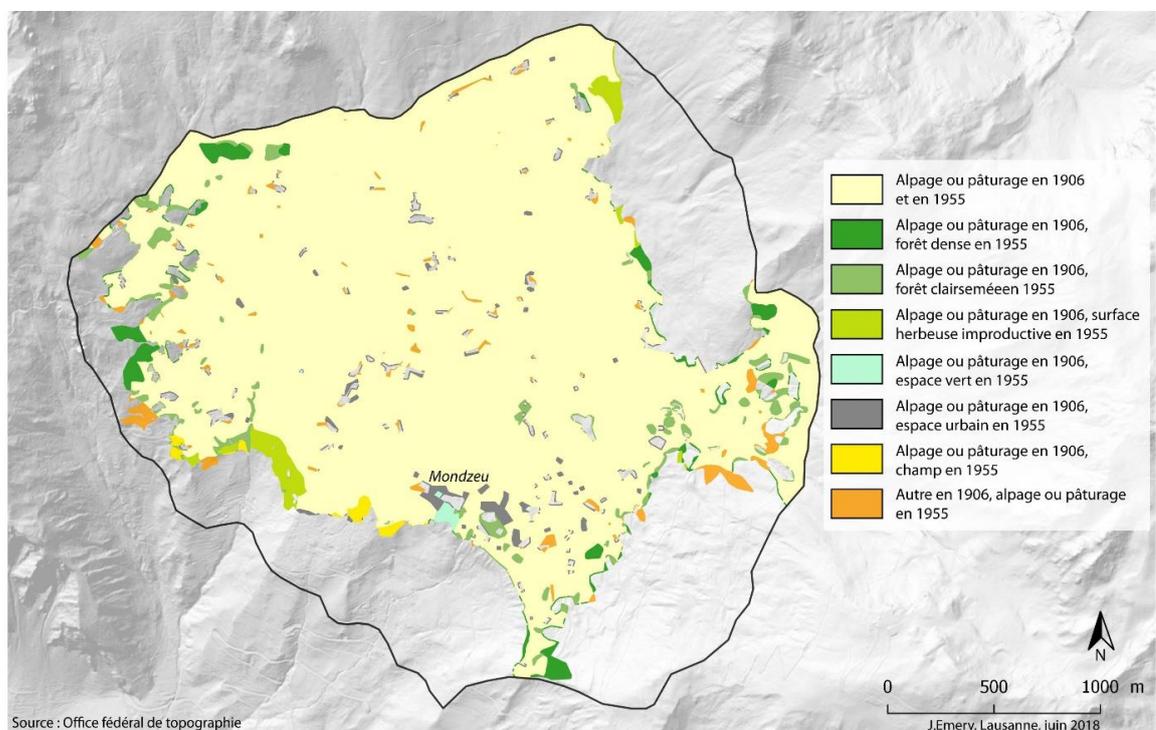


Figure 129: Evolution détaillée des alpages et pâturages de Verbier mettant en évidence tous les changements caractérisant la période de 1906 à 1955

1955 - 1995 : L'étalement urbain

C'est durant la période de 1955 à 1995 que le développement urbain colonise les alpages de la région. Nous voyons sur le graphique de la figure 128 que les aires d'occupation des alpages et pâturages ont diminué très rapidement tandis que les espaces bâtis, les terrains de golf, les forêts clairsemées et les surfaces herbeuses improductives ont tous augmenté. L'augmentation de ces quatre classes est caractéristique d'un développement urbain de densité faible. Même si les forêts clairsemées et les surfaces herbeuses improductives ont progressé en dehors du périmètre urbain, une part non négligeable est comprise dans la station elle-même (Fig. 130). Cette période correspond au développement massif des résidences secondaires avec leur jardins privés. Elle correspond également au développement important de l'offre en infrastructures touristiques tel que les terrains de golf, les centres sportifs, les magasins et les remontées mécaniques.

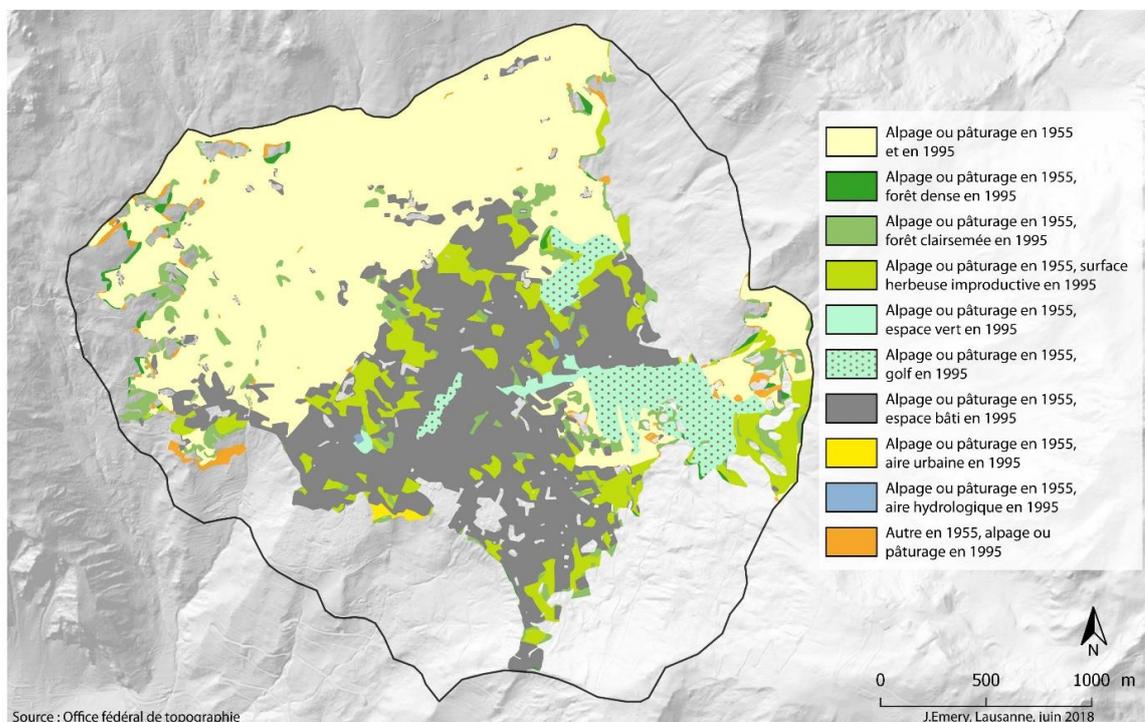


Figure 130: Evolution détaillée des alpages et pâturages de Verbier mettant en évidence tous les changements caractérisant la période de 1955 à 1995

1995 - 2010 : La densification de la station

La dernière phase du développement de la station de Verbier, encore en cours, se caractérise par une densification des aires colonisées. Nous voyons très bien cela sur le graphique de la figure 128 où la courbe des alpages et pâturages a diminué de manière nettement moins rapide tandis que les espaces bâtis continuent à progresser à un rythme soutenu. Cela est dû au fait que le développement urbain s'est fait dans le périmètre urbain lui-même au détriment des jardins et des haies. Nous voyons effectivement que contrairement à la période précédente, la

croissance des courbes des surfaces herbeuses improductives et des forêts clairsemées a diminué. La figure 131 présente l'occupation du sol à Verbier en 2010.

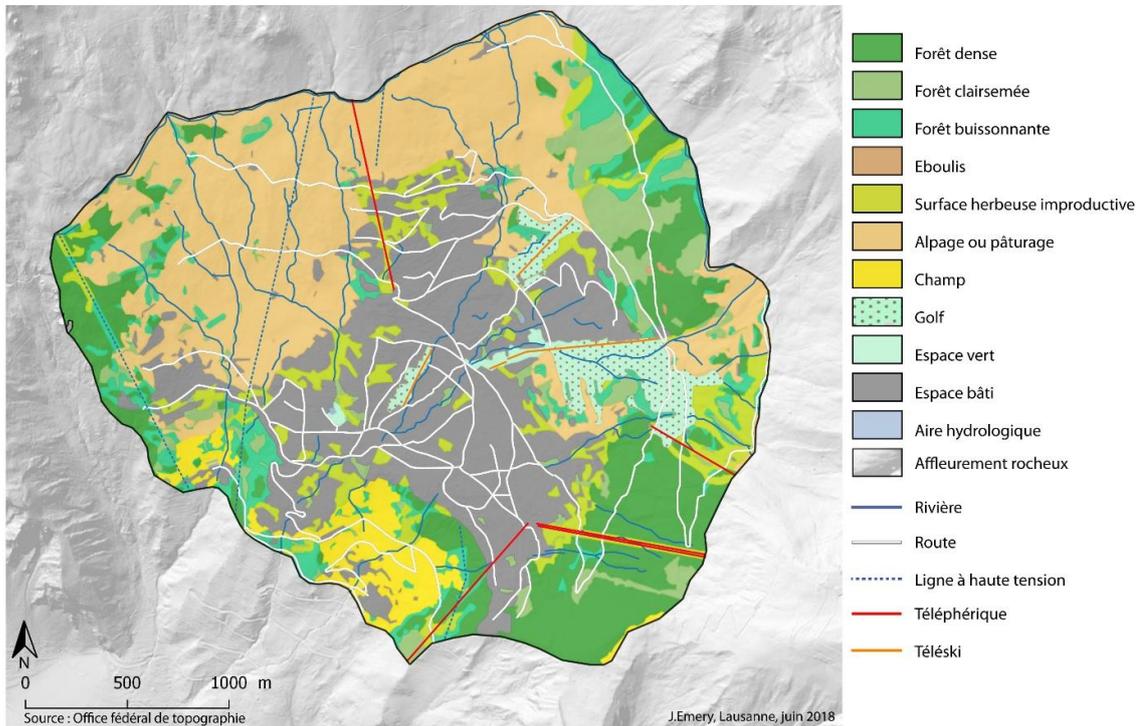


Figure 131: Occupation du sol à Verbier en 2010

Bien que les alpages demeurent encore la première catégorie d'occupation du sol dans le secteur, le paysage d'aujourd'hui a été nettement urbanisé. Nous pouvons diviser le secteur en plusieurs sous-secteurs qui ont connu des évolutions très différentes.

- La partie en aval du plateau constitué des villages traditionnels avec leurs champs n'a pratiquement pas changé au cours du temps. Même si Verbier-village est maintenant relié à la station de Verbier, le village conserve son caractère rural (Fig. 132B). Il en est de même pour le centre du village de Médières, bien que quelques résidences se soient développées dans sa partie nord-ouest.
- La partie centrale, correspond aujourd'hui à la station de Verbier et est de très loin le sous-secteur qui a connu les mutations les plus importantes (Fig. 132A).
- Les pentes situées à l'est sont occupées par les forêts protectrices qui se sont densifiées au cours du temps. Les anciens alpages sont devenus des terrains de golf et sont pour la plupart situés en zones de danger d'avalanches (Fig. 133B).
- Enfin la partie nord et nord-ouest a également peu changé et est toujours occupée par les alpages. Si le paysage estival n'a que peu changé durant cette période, en hiver ces zones sont utilisées pour la pratique du ski (Fig. 133A).



Figure 132A: La station de Verbier (Photo: J. Emery). Figure 132B: Chapelle de Verbier-Village (Site officiel de l'office du tourisme de Verbier/Val de Bagnes (consulté le 05.06.2018))



Figure 133A: Versant au nord-ouest de Verbier et ses alpages. Figure 133B: Versant au nord-est de Verbier, forêt protectrice et terrains de golf. Photos: J. Emery

Chapitre 6 : Conclusion

6. Conclusion

6.1. Synthèse

Au cours du siècle passé, le Val de Bagnes a connu des mutations importantes. Qu'elles soient d'origine naturelles ou liées au contexte socio-économique, elles ont touché tous les secteurs de la vallée, mais pas de la même façon. Ainsi indépendamment du contexte général de la commune, les secteurs ont tous suivi des trajectoires différentes. Afin de mieux mettre en évidence leurs évolutions spatio-temporelles, nous avons découpé l'analyse en cinq périodes relevant de contextes différents.

6.1.1. L'exode rural et le tourisme (1880 – 1914)

La fin du XIX^e et le début du XX^e siècle correspondent à une période où le contexte socio-économique n'est pas du tout favorable pour la commune qui est touchée par l'exode rural depuis 1850 (Bagnes, 1977). En 1880, toutes les localités de la commune sont agricoles. Certains mayens sont abandonnés et les gens quittent leurs villages. Nous avons observé durant cette période la diminution des surfaces bâties. Cette diminution touche les mayens, notamment ceux situés sur l'alpage de Verbier ou le Mayen de Revers à l'ouest de Fionnay. Les villages agricoles (Verbier-village, Sarreyer, Prarreyer, Versegères, Champsec) n'ont quant à eux pas évolué durant cette période.

Ce phénomène touche toutes les aires habitées de la commune à l'exception de Fionnay qui connaît un développement urbain grâce au tourisme estival. En axant son développement sur le secteur du tourisme, Fionnay suit une trajectoire qui n'est pas du tout représentative du reste de la commune mais que l'on retrouve dans d'autres stations émergentes du Valais, notamment Finhaut, deuxième station du Valais après Zermatt au début du XX^e siècle (Sauthier, Gueux et Roy, 2012a).

Alors que les sommets les plus importants du Val de Bagnes sont pris d'assaut (le Grand-Combin, le Pleureur), ceux situés dans le secteur d'étude (Le Mont-Fort, le Bec des Rosses) suscitent moins d'intérêt. Bien qu'il soit fait mention de l'escalade du Mont-Fort, les sommets plus élevés du Haut Val de Bagnes sont vantés pour offrir une vue plus impressionnante. « *La vue sur tous les massifs de montagnes au nord, au levant et au couchant, est à peu près la même que sur le Mont-Fort : seulement elle est encore plus étendue et la différence d'altitude, qui est de 1200 pieds de France en faveur du Pleureur, permet d'apercevoir un grand nombre de sommités nouvelles que l'on ne découvre pas du Mont-Fort. Ce dernier lui-même, couronné de son signal, se montrait à l'ouest et semblait nous saluer amicalement.* » (Annuaire du Club alpin suisse, 1867-1868, cité dans Caron et al., 1983, p. 101). Il existe un clivage net entre le Haut Val de

Bagnes (aux sommets plus élevés) et ceux situés dans le terrain d'étude. Ainsi, durant cette période les secteurs situés en altitude (le Mont-Fort, le vallon de La Chaux) sont en marge de toute activité humaine importante, à l'exception de l'exploitation des alpages, tandis que Fionnay bénéficie de l'intérêt des sommets du Haut Val de Bagnes.

Si les sommets du secteur d'étude ne suscitaient pas ou peu d'intérêt pour les activités sportives, il existe un intérêt scientifique pour la glaciologie dans les Alpes. Ainsi depuis 1898, la mesure de la position du front est effectuée annuellement au glacier de Tortin (Rapport glaciologique, 2017), ce qui, en plus des cartes Siegfried, a constitué un apport précieux dans l'analyse du secteur. Cela a permis de mettre en avant le recul des glaciers du Mont-Fort et de La Chaux qui correspond à la première phase de réchauffement de la sortie du PAG. Durant cette période, les changements observés dans ces secteurs sont d'origine naturelle.

Un potentiel de développement touristique était déjà reconnu à Verbier (notamment avec la demande de la construction d'une route carrossable du Châble au hameau de Verbier en 1907), avec pour premier argument la fréquentation touristique. Cette demande n'a néanmoins pas été satisfaite par le Grand Conseil et Fionnay reste, durant cette période, le seul pôle touristique du Val de Bagnes (Deslarzes, 1998).

6.1.2. Les Guerres mondiales (1914- 1945)

La Première et la Deuxième Guerre mondiale, ainsi que la crise économique des années 1930 vont avoir des incidences importantes sur l'ensemble de la commune. Alors que la Première Guerre mondiale provoque la chute drastique du tourisme à Fionnay, comme ailleurs dans les Alpes, la période d'entre-deux-guerres et la Deuxième Guerre mondiale voient le début du tourisme d'hiver à Verbier. Durant les années 1920 et 1930, les premières pensions sont construites à Verbier. Durant la Deuxième Guerre mondiale, les touristes suisses qui avaient pour habitude de pratiquer les sports d'hiver en Savoie commencent à venir à Verbier. La période des guerres mondiales voit de nombreuses mutations dans les stations de montagne. D'autres stations comme Crans-Montana, Chamonix ou Zermatt fortement prisées au début du XX^e siècle, vont, comme Fionnay, connaître quelques décennies de stagnation durant cette période (Doriot Galofaro, 2005 ; Pralong, 2006 ; Roy, Guex, Sauthier, 2012b).

Dans ce contexte, nous pouvons rattacher l'évolution du secteur de La Chaux à celui de Verbier. Bénéficiant de la proximité de ce dernier, il va également connaître un intérêt touristique. La cabane du Mont-Fort est construite en 1925 dans la partie orientale de l'alpage et offre un point de départ important pour des randonnées et la pratique du ski. Par sa renommée, la cabane a attiré un certain nombre de clubistes dans la région de Verbier, point stratégique pour le trajet

à la cabane et a lancé le début du développement de la future station (Deslarzes, 1998). Si d'un point de vue touristique, ces deux secteurs évoluent dans la même direction, elles diffèrent dans le secteur de l'agriculture. Bien que les activités agricoles soient encore présentes à Verbier, certains alpages abandonnés commencent à se reboiser. Tandis qu'à La Chaux, les activités agro-pastorales demeurent très importantes, le site étant exceptionnel.

Le tourisme n'a ainsi pas disparu dans le Val de Bagnes ; il a changé. Le tourisme alpin d'avant-guerre était essentiellement constitué d'Anglais qui venaient durant la saison estivale faire de l'alpinisme (Carron et al., 1983). Avec les guerres mondiales et les crises, le contexte n'est plus à l'international. Les premiers touristes qui sont venus pratiquer les sports d'hiver à Verbier sont les touristes suisses qui ne peuvent plus aller à l'étranger. Cette clientèle lémanique constitue toujours une part importante de la clientèle touristique actuelle, souvent propriétaire de résidences secondaires. La station de Fionnay constituait une station de première génération qui s'est développée durant la Belle Epoque avec le tourisme bourgeois. Le Val de Bagnes reste, durant cette période, une vallée « traditionnelle » au tourisme discret. Le développement de Verbier correspond à celui d'une station de deuxième génération et même si pour certains cela menace le mode de vie du passé, cela constitue aussi un miracle. Durant cette période, le tourisme devient plus important à Verbier qu'à Fionnay qui ont respectivement enregistré, en 1938, plus de 8000 et 5654 nuitées (Deslarzes, 1998).

Le contexte est également à l'exode rural et à la déprise agricole. Les secteurs de Fionnay et du versant de Sarreyer sont les plus touchés par ce phénomène et commencent à se reboiser. Cela s'explique par leurs pentes importantes environnantes rendant les conditions d'exploitation difficiles et, pour Fionnay, par la longueur de l'accès depuis le bas de la vallée. De plus, le type de culture change durant cette période, les champs de céréales sont abandonnés au profit des légumes et des pommes de terre bien plus intéressants économiquement. L'agriculture de marché remplace ainsi l'agriculture destinée à remplir les besoins alimentaires. En opposition, les activités agro-pastorales et agricoles demeurent très importantes à l'alpage de La Chaux, sur le cône de Champsec et le versant de Bruson, caractérisés par une topographie beaucoup plus douce. Le phénomène de déprise agricole et de reboisement touche de la même manière toutes les Alpes durant cette période (Programme National de Recherche 48, 2007).

En conclusion, nous constatons un clivage entre les secteurs situés dans le futur domaine skiable de Verbier (Verbier, La Chaux) suscitant un début d'intérêt pour le tourisme et les secteurs en marge (Fionnay, Sarreyer) qui sont progressivement abandonnés.

6.1.3. Les grands changements (1945 – 1968)

De nombreux changements vont toucher l'ensemble de la commune à la sortie de la Deuxième Guerre mondiale.

Le domaine skiable de Verbier commence à se développer à partir de 1950 (Deslarzes, 1998) et la construction du barrage de Mauvoisin commence en 1951 avant d'être inauguré en 1958 (Bagnes, 1997). Les premiers téléskis et télésièges apparaissent dans le secteur de Verbier et de La Chaux. Ces deux événements constituent des révolutions majeures sur l'ensemble du Val de Bagnes et vont engendrer des changements profonds dans l'ensemble de la vallée. Ils mettent fin à la baisse démographique et marquent le début du contrôle de l'homme sur la nature, avec notamment la diminution du débit de la Dranse de Bagnes, suite à la construction du barrage de Mauvoisin, qui ne constituera plus une menace comme par le passé (Carron et al., 1983). La croissance démographique est parfaitement observable à Verbier avec l'extension importante du bâti. Mais à mesure qu'on remonte la vallée, la hausse démographique devient moins importante (Bagnes, 1997). Ainsi, Versegères et Prarreyer vont aussi commencer à profiter du développement urbain alors que la population de Fionnay, Champsec et Sarreyer continue à décroître. L'explosion démographique dans le Val de Bagnes est dans un premier temps due à la communauté ouvrière qui construit le barrage de Mauvoisin, puis les personnes travaillant dans la station de Verbier vont rapidement prendre le relais (Bagnes, 1976).

Durant cette période, le reboisement devient encore plus important et touche les secteurs avec des intensités très variables. Si d'une part, ce phénomène est lié à la déprise agricole encore plus importante durant les années 1950, il est aussi lié au remaniement parcellaire voté en 1963 qui voit l'abandon des terrains les moins favorables à l'exploitation. Ainsi, en raison de leur altitude élevée et des pentes importantes, le reboisement a été très important sur les versants de Fionnay. Le phénomène est également très marqué dans le versant de Sarreyer, notamment dans sa moitié aval caractérisée par des pentes très importantes. A Verbier, cette tendance est moins notable. De nombreux alpages ont certes disparu, mais cette disparition est liée au développement de la station. Nous constatons néanmoins une densification et une extension des aires de forêts ainsi qu'un reboisement sur les pentes les plus importantes. C'est sur le secteur du cône de déjection de Champsec qu'on observe le reboisement le moins important. Le phénomène semble très contrôlé et s'est opéré très localement en bordure des cours d'eau et sur les rebords d'érosion. Ces divergences entre les régions s'expliquent par les caractères topographiques et altitudinaux très différents entre les quatre secteurs. Les secteurs de La Chaux, ainsi que celui du Mont-Fort, situés à plus haute altitude (2200 à 3300m) ne sont pas

concernés par cette problématique. Bien que le reboisement puisse s'effectuer dans la partie aval de l'alpage de La Chaux, son exploitation intensive ne le permet pas.

Durant cette période nous voyons clairement que les activités agricoles reculent face au développement du secteur tertiaire (à l'exception du secteur du cône de déjection de Champsec). Cela se vérifie également dans les statistiques. Alors que l'agriculture était encore le secteur économique principal à la fin de la Deuxième Guerre mondiale, il ne représente plus que 21% en 1964 (Luisier et Michellod, 2012). Par ailleurs, la mécanisation survenue autour des années 1960 a rendu le travail agricole plus simple et devient une activité accessoire. Avec la construction du barrage de Mauvoisin et le développement du tourisme à Verbier, les paysans deviennent des hommes de chantiers, des professeurs de ski ou des mécaniciens. La main d'œuvre pour l'agriculture s'en trouve diminuée.

6.1.4. Le développement touristique et urbain (1968 – 2010)

Cette période est caractérisée par une augmentation démographique importante sur la commune de Bagnes. De 1970 à 2016, la population a pratiquement doublé, passant de 4004 habitants à 7888 (Commune de Bagnes, 2017a). Cependant, cette tendance est loin d'être homogène sur le territoire. A l'instar d'autres stations-villes de montagne comme Crans-Montana ou Chamonix (Pralong, 2006), le développement urbain a été impressionnant à Verbier et se caractérise par le développement des résidences secondaires. Les villages de Prarreyer ou Versegères ont connu un développement important des constructions, ainsi que Champsec à partir des années 1990, tandis que Fionnay ou Sarreyer ne se sont pas développés. Plusieurs facteurs expliquent ces divergences. La proximité avec le domaine skiable de Verbier, le caractère topographique du site, les possibilités physiques de développement et la proximité avec les axes de communication importants.

Ainsi, en dehors de Verbier station, les villages de Versegères et Prarreyer sont ceux qui ont connu le développement le plus important. Cela s'explique par la topographie favorable à un développement de l'habitat, la proximité à l'axe routier principal du Val de Bagnes et la proximité géographique avec la station de Verbier. Le développement a également été favorisé par la proximité avec la station de ski de Bruson, la deuxième du Val de Bagnes.

Alors qu'il est le village le plus proche de la station de Verbier, le développement des constructions à Médières a été peu important. Les possibilités de développement sont limitées par les pentes importantes entourant le village. Il en est de même à Sarreyer, limité par la topographie et les dangers de chute de blocs dans sa partie sud-est.

Enfin, le développement de l'habitat à Fionnay est inexistant durant cette période. Trop loin de la station de Verbier et assez limité par la topographie, le village est resté en marge du développement touristique de Verbier. De plus, une bonne partie du terrain qui était « potentiellement constructible » est désormais occupé par deux importants bassins de rétention. Sa population a diminué jusqu'en 1992 où on ne recensait plus que 10 habitants (!!) avant de reprendre jusqu'en 2016 pour en compter 35 (Commune de Bagnes, 2017b).

Durant cette période, les changements sont très importants dans les secteurs à haute altitude. Le sommet du Mont-Fort est colonisé par le domaine skiable à partir de 1977 offrant la possibilité de skier sur le glacier en hiver et en été. De nombreux travaux ont été effectués au secteur de La Chaux et du Mont-Fort (routes, travaux de terrassements et remontées mécaniques) pour garantir l'offre. En plus d'être touchés par les activités anthropiques, ces secteurs vont fortement évoluer en réponse au changement climatique et notamment au réchauffement important des températures à partir des années 1990. Les glaciers de La Chaux et celui de Tortin reculent à une vitesse plus importante que jamais à partir de la fin des années 1980, nécessitant la prise de mesures d'adaptation pour le domaine skiable. A mesure que le glacier de Tortin recule, des travaux de terrassement sont entrepris pour adapter la piste de ski au changement de la topographie du site. Pendant un siècle (1878 – 1977), l'empreinte de l'homme était inexistante dans cette partie du secteur. Depuis, elle est présente par des aménagements lourds pour permettre la pratique du ski et par des mesures d'adaptation au recul du glacier. De nombreux glaciers dans les Alpes subissent depuis la fin des années 1990 de nombreuses mesures d'adaptation pour garantir les activités touristiques relatives à ceux-ci (passerelle d'accès à la Mer de Glace, bâche de protection, arrêt du ski d'été) (Cayla, 2009 ; Schütz, 2007).

6.1.5. Quelles tendances pour l'avenir ?

Aujourd'hui, le Val de Bagnes se trouve à nouveau dans une période cruciale. Comme pour beaucoup de communes touristiques, le taux de logements constitués de résidences secondaires dépasse aujourd'hui les 50%, ce qui, en plus de nombreux impacts environnementaux (consommation de sols) et économiques (infrastructures surdimensionnées), a engendré une hausse importante du prix de l'immobilier (Convention alpine, 2013).

Les possibilités de développement de Verbier sont de plus en plus limitées ; c'est pourquoi les acteurs touristiques et la commune de Bagnes ont décidé d'étendre le domaine vers d'autres localités. Le Mayen de Bruson constitue une cible privilégiée et est depuis 2013 directement relié à Verbier par les télécabines du Châble (Remontees-mecaniques.net, 2013). En

contrepartie le village de Bruson a perdu son lien avec son propre domaine avec la destruction du télésiège, ce qui pourrait avoir des répercussions à Bruson mais aussi à Prarreyer et Versegères en aval. Il serait intéressant de voir quelles trajectoires le développement du bâti va suivre les prochaines décennies.

Face au changement climatique, la pratique du ski est sur le long terme menacée et les communes touristiques doivent trouver des alternatives à leur développement, en visant un modèle alternatif. Le domaine skiable de Verbier, par son altitude, bénéficie encore de conditions d'enneigement exemplaires par rapport aux stations de moyenne altitude et pourrait garantir la pratique du ski au cours du XXI^e siècle. Mais il est à prévoir que sur le long terme, les bonnes conditions pour le ski vont être plus difficiles à garantir. Un gain d'intérêt semble se manifester pour le Haut Val de Bagnes, représentant une alternative idéale pour diversifier l'offre du tourisme de la région et promouvoir l'écotourisme. Les richesses géomorphologiques du Haut Val de Bagnes ont largement été mises en avant dans les travaux de Bouvier (2015) et Genoud (2008) et démontrent un intérêt croissant pour des activités plus proches de la nature.

Concernant la problématique du reboisement, il est à prévoir que ce phénomène va se poursuivre notamment sur les pentes de Sarreyer et autour de Fionnay. Ces versants, autrefois travaillés par les agriculteurs, vont être occupés par des forêts climatiques. Le reboisement ne devrait plus trop progresser dans le secteur de Verbier fortement occupé par le tissu urbain et les pistes de ski, ni celui du cône de déjection de Champsec ou l'alpage de la Chaux encore maintenus par une activité agricole intensive. Il est néanmoins possible qu'au cours du XXI^e siècle, le reboisement atteigne la partie aval du secteur du Mont-Fort et de La Chaux (non occupé par l'alpage), selon l'ampleur du réchauffement climatique et l'évolution de l'économie pastorale.

6.2. Retour sur les objectifs

Ce travail avait pour but d'analyser l'évolution du paysage dans une région de montagne fortement touristique sur une temporalité d'un peu plus d'un siècle. L'objectif était de mettre en avant les différentes problématiques liées à la montagne (déprise agricole, développement urbain, aménagement d'un domaine skiable, problématiques liées au domaine périglaciaire et glaciaire) en se focalisant sur quelques secteurs clés.

Nous pouvons conclure que le but est atteint. Chaque problématique a été analysée au moins deux fois sur l'ensemble du terrain d'étude, offrant la possibilité de comparer les cas. L'étape visant à étudier l'ensemble du terrain avant de sélectionner les secteurs clés a été très importante et a permis de les choisir de façon judicieuse. Le choix du cadre temporel a permis

de mettre en avant les différentes inerties et tendances propres à chaque secteur. De manière générale, la forte hétérogénéité des différents secteurs et le découpage temporel ont permis une bonne étude des différentes problématiques liées à la montagne. Par sa diversité et sa grandeur, le Val de Bagnes est certainement assez représentatif des problématiques de développement d'autres vallées des Alpes suisses ; cette étude peut donc servir d'exemple pour un cadre plus large concernant les Alpes suisses, à l'exception de la problématique des stations de basse altitude.

L'approche géohistorique visant à spatialiser l'information historique pour la mettre en relation avec l'espace s'est avérée très pertinente dans l'étude des anciens paysages et leur compréhension. Le recours à un SIG pour spatialiser les archives textuelles et iconographique a permis la réalisation des cartes synchroniques, diachroniques et de données statistiques. De manière générale, les différentes cartes, matrices de transition et graphiques réalisées mettent bien en avant les transformations du paysage et permettent d'illustrer les transformations mentionnées dans les documents textuels. Les évolutions du paysage cartographiées correspondent généralement très bien aux faits décrits dans les récits et archives.

Nous avons ainsi constaté que les trajectoires d'évolution paysagère ont été très variées. Par exemple, l'histoire du village de Fionnay, dans un premier temps, puis celle de Verbier se distinguent largement de celles des autres villages. Cela montre l'impact local qu'à sur le paysage une économie basée sur le tertiaire. Ce travail a mis en évidence les différentes dynamiques de chaque secteur et leurs changements de trajectoires au cours du temps. En une phrase, ce travail a montré la variabilité géographique et temporelle caractérisant chaque secteur du terrain d'étude.

6.3. Limites du travail

Néanmoins cette approche se heurte à plusieurs difficultés et limites. Premièrement les documents iconographiques et textuels utilisés sont issus de l'interprétation de l'auteur et non de la réalité. Il en est de même pour les cartes utilisées qui sont également une représentation d'une réalité. Ainsi, les résultats obtenus (cartes et matrices de transition) ne doivent pas être considérés comme une représentation exacte de la réalité mais permettent néanmoins de se faire une bonne représentation des événements et des transformations paysagers.

Les cartes nationales et Siegfried ont servi de référence pour l'élaboration des cartes. Si les cartes nationales sont précises, les cartes Siegfried sont plus approximatives, particulièrement dans les zones en marge des activités humaines. Ces approximations se répercutent dans les analyses diachroniques se basant sur une carte Siegfried à une carte nationale, présentant ainsi

des transformations de l'occupation du sol très importants. Cela se vérifie particulièrement dans le cas de Fionnay, étudié en premier, dont les cartes synchroniques antérieures à 1967 ont été réalisées à partir des cartes Siegfried.

Nous avons par la suite tenté de corriger au maximum les transformations issues du changement de type de carte. Pour cela, il a été décidé d'utiliser comme carte de référence la carte Siegfried la plus récente (1933-1935), et une image aérienne datant de la même époque et de les géoréférencer avec le maximum de points de contrôle avec le type de transformation « Thin plate spline » permettant de placer chaque point géoréférencé exactement dans la coordonnée voulue sans « lisser » les valeurs. Il a été possible de « tordre » la carte pour la faire correspondre au maximum à la réalité et de numériser les entités à partir des images aériennes (Fig. 134). A partir de cela, il a été possible d'analyser les cartes Siegfried plus anciennes à partir de la carte Siegfried de référence, en notant les différences d'occupation du sol entre les cartes Siegfried et par analogie de les numériser au bon endroit. Les résultats obtenus à partir de cette méthode sont beaucoup plus pertinents et les transformations du paysage sont nettement moins importantes que dans le cas de Fionnay, notamment en ce qui concerne les éléments du paysage évoluant très lentement (les affleurement rocheux).

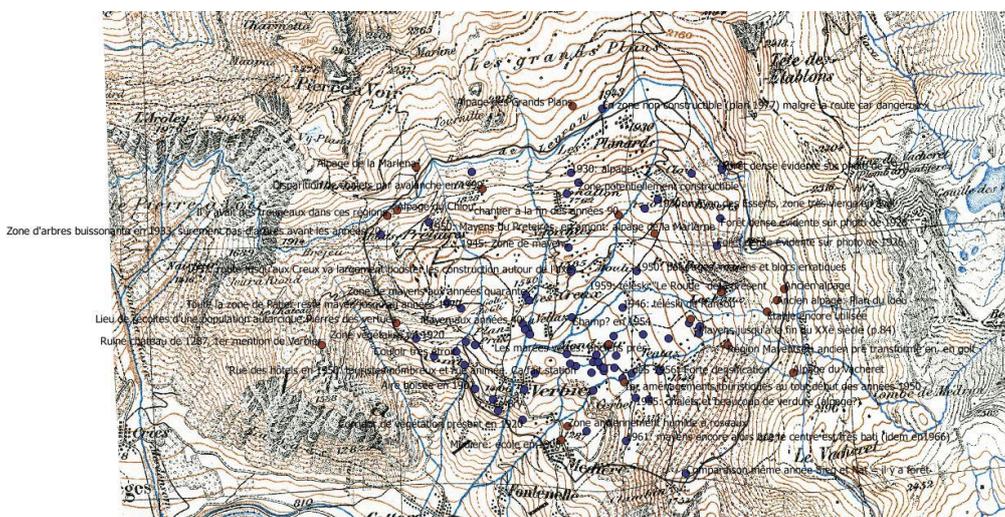


Figure 134: Exemple d'une carte Siegfried après avoir été déformée par le type de transformation "Thin plate spline" dans le secteur de Verbier. Les points correspondent à des informations historiques géoréférencées. Source : Office fédéral de topographie

Ce travail de compilation d'informations se heurte à d'autres difficultés. A mesure qu'on remonte le temps, les informations disponibles tendent à diminuer (indices dans le paysage, documents iconographiques et textuels, témoignages). Cela est particulièrement le cas pour les secteurs d'altitude qui ne suscitaient pas ou peu d'intérêt il y a plus d'un siècle en arrière, tel que celui du Mont-Fort, ou le vallon de La Chaux.

Ces facteurs font que l'incertitude est plus importante dans les cartes anciennes. Certains éléments du paysage (voir le cas des marais de La Chaux) n'ont ainsi pas été représentés dans les cartes anciennes, ce qui ne signifie pas qu'ils n'y étaient pas.

Malgré ces limites et difficultés, il a été possible de réaliser une analyse de la transformation du paysage pertinente et d'étudier toutes les problématiques.

6.4. Apport et perspective

Ce travail a permis de représenter les transformations du paysage dans une région de montagne touristique sur une temporalité d'un peu plus d'un siècle et de réaliser des cartes et des informations statistiques. Ces outputs peuvent être réutilisées pour une étude plus poussée de la transformation du paysage dans le secteur, avec notamment une modélisation en trois dimensions.

Les travaux de Lattion (2006) ont mis en avant les faiblesses d'utiliser les cartes Siegfried pour modéliser en trois dimensions le volume du glacier de Tortin par le passé. Les résultats ont montré que l'épaisseur du glacier a été exagérée. Avec la méthode de géoréférencement utilisées dans notre étude, décrite ci-dessus, il a été possible de réduire certaines distorsions et les cartes ainsi produites pourraient être réutilisées pour une future étude de la transformation du paysage.

Ce travail a démontré la pertinence de la méthodologie géohistorique dans l'étude de la transformation du paysage et notamment l'apport des images aériennes afin de réduire la subjectivité liée aux anciennes cartes anciennes. Les résultats obtenus correspondent bien aux informations textuelles géoréférencés, ce qui démontre la pertinence de la méthodologie.

Une étude similaire sur d'autres secteurs du Val de Bagnes (la rive gauche de la Dranse, Lourtier, le Haut Val de Bagnes) serait également intéressante pour bien comprendre les dynamiques et l'évolution de la région soumise au contexte du développement touristique. Elle permettrait de tenir compte d'autres dimensions absentes dans cette analyse et de répondre à certaines questions : Pourquoi le domaine skiable de Bruson n'a-t-il pas subi la même trajectoire que celui de Verbier ? Pourquoi le domaine skiable ne s'est pas étendu dans d'autres secteurs, notamment du côté de Lourtier ou du Mont-Rogneux (de la rive gauche) alors que cela faisait partie des plans de développement.

Chapitre 7 : Bibliographie

7. Bibliographie

7.1. Textes

4 Vallées. *4 Vallées : un abonnement annuel à la portée de toutes les bourses* [Page Web]. Disponible sur : <http://www.4vallees.ch/home/en-ete/nouveautes-2017-2018> (consulté le 11.12.17).

Amourous, C. (2000). L'implantation du ski alpin dans les Alpes française : la tradition étayage de la modernité. *Revue de géographie alpine*, 88(4), 9-20.

Bagnes (1976). *Bagnes notre vallée*. Bagnes: Commune de Bagnes.

Bagnes (1997). *Val de Bagnes, Continuités et mutations*. Bagnes: La commune de Bagnes.

Bagnes (2000). *Les noms des lieux de la commune de Bagnes: toponymie illustrée*. Bagnes: La Commune de Bagnes.

Baud, D. (2010). *Etude des dynamiques d'occupation du sol et des paysages alpins: des archives cadastrales des Pays de Savoie aux Systèmes d'Information Géographique*. Thèse de doctorat non publiée. Université de Savoie, Thèse de Doctorat de Géographie.

Baud, D., Reynard, E. et Bussard, J. (2015). Les transformations paysagères de la plaine du Rhône. Analyse diachronique et cartographie historique (1840 - 2010). *Cahiers de Vallesia*, 29, 225-258.

Bérard, C. (1982). *Bataille pour l'eau. 500 ans d'une lutte sans trêve ni merci*. Sierre : Editions Monographic SA.

Bouët, M. (1985). *Climat et météorologie de la Suisse romande*. Lausanne : Editions Payot.

Bouvier, E. (2015). *Valorisation de la géomorphologie glaciaire et périglaciaire dans le massif des Combins par le développement de deux sentiers géotouristiques* (mémoire de master) [en ligne]. Université de Lausanne, Faculté des géosciences et de l'environnement, Institut de géographie. Disponible sur : <http://igd.unil.ch/www/memoires/ElodieBouvier.pdf>

Burri, M. (1994). *Les Roches* (deuxième édition revue et augmentée). Martigny : Editions Pillet.

Capdepuy, V., Djament-Tran, G. (2012). *Qu'est-ce que la géohistoire? Carnet de géohistoire. Recherches à l'interface de la géographie et de l'histoire* [en ligne] Disponible sur : <http://geohistoire.hypotheses.org/68>

Carron, M., Gard, J.-M., Luisier, F. et Michaud, C. (1983). *Eveil du tourisme dans le Val de Bagnes*. Suisse: Centre de Recherches Hist. De Bagnes.

Cayla, N. (2009). Glaciers actuels et géomorphologie paraglaciale, quelques exemples de valorisation touristique au sein de l'arc alpin (Glaciers and paraglacial geomorphology, some examples of tourist promotion in the Alps). *Bulletin de l'Association de géographes français*, 86e année, 2009-1 (mars), 96 – 109.

Commission Internationale pour la Protection des Alpes CIPRA. (2001). Forêts de montagne. Commission Internationale pour la Protection des Alpes, Rapport sur l'état des Alpes 2 (pp.212 - 263). Schaan: Commission internationale pour la Protection de Alpes.

- Commune de Bagnes (2013). *Cahier du patrimoine - n°2. Le Haut Val de Bagnes en fête. 150 ans de l'hôtel de Mauvoisin. Inauguration de la via ferrata*. Bagnes: Bertrand Deslarzes.
- Commune de Bagnes (2015). *Cahier du patrimoine n°4. 150 ans d'alpinisme dans le Val de Bagnes*. Bagnes: Bertrand Deslarzes.
- Commune de Bagnes (2017a). *Evolution de la population* [Page Web]. Disponible sur: <http://www.bagnes.ch/fr/Decouvrir/Statistiques-de-la-population/> (consulté le 10.12.17).
- Commune de Bagnes (2017b). *Population par villages* [Page Web]. Disponible sur: <http://www.bagnes.ch/uploads/default/id-2291-Population-par-villages.pdf> (consulté le 11.12.2017).
- Commune de Bagnes (2018a). *Chronologie* [Page Web]. Disponible sur: <http://www.bagnes.ch/fr/Decouvrir/Histoire/Chronologie/> (consulté le 05.06.18).
- Commune de Bagnes (2018b). *Les villages du Val de Bagnes* [Page Web]. Disponible sur: <http://www.bagnes.ch/fr/Decouvrir/Territoire-Villages/Villages-de-Bagnes/> (consulté le 05.06.18).
- Commune de Bagnes (2018c). *Carte du cadastre : Système d'information du territoire* [Page Web]. Disponible sur <https://geo.ciges.ch/bagnes/> (consulté le 05.06.2018).
- Confédération Suisse (2012). *Votation du 11 mars 2012: Résidences secondaires* [Page Web]. Disponible sur <http://www.bfs.admin.ch/bfs/portal/fr/index/themen/17/03/blank/key/2012/011.html> (consulté le 16.05.2016).
- Confédération suisse (2016). *Message concernant un arrêté fédéral sur les moyens financiers destinés à l'agriculture pour les années 2018 à 2010* [Page Web]. Disponible sur: <https://www.admin.ch/opc/fr/federal-gazette/2016/4321.pdf> (consulté le 04.06.2018).
- Convention alpine (2013). *Le tourisme durable dans les Alpes. Rapport sur l'état des Alpes*. Innsbruck : Secrétariat permanent de la Convention alpine.
- Convention européenne du paysage. (2000). *La Convention européenne du paysage (Florence, 2000)* [Page Web]. Disponible sur : <http://www.coe.int/fr/web/landscape/the-european-landscape-convention> (consulté le 10.11.17)
- Corboz, P. (2015). *Reconstitution géohistorique de la débâcle du glacier du Giétro le 16 juin 1818* (mémoire de master non publié). Université de Lausanne, Faculté des géosciences et de l'environnement, Institut de géographie.
- Courthion, L (1893). Esquisse historique de la vallée et commune de Bagnes en Valais. *Revue historique vaudoise*, 7, 206-215.
- Courthion, L. (1907). *Bagnes -Entremont, Ferrex. Guide Pittoresque et Historique*. Genève : A Julien, Libraire-éditeur. Bourg-de-Four.
- Coutterand, S. (2012). *Glaciers mémoire de la planète*. Paris : Hoëbeke.
- Deslarzes, B. (1998). *Verbier, tourisme et mutation, 1930-1960*. Fribourg : Faim de siècle.
- Doriot Galofaro, S. (2005). *Un siècle de tourisme à Crans-Montana*. Ayer : Porte – Plumes.

Dumoulin, H. Zryd, A. (2010) *Glaciers: Passé-présent du Rhône au Mont Blanc sous le même angle*. Genève: Slatkine.

eAtlas du Valais. *Une situation d'abris* [Page Web]. Disponible sur https://www2.unil.ch/eatlasvs/wp/?page_id=1689 (consulté le 05.06.2018).

Escher, A. (1988). *Structure de la nappe du Grand Saint-Bernard entre le val de Bagnes et les Mischabel*. Berne : Service hydrologique et géologique national.

Fallot, J.-M. (2012). *Influence de la topographie et des accumulations d'air froid sur les températures moyennes mensuelles et annuelles en Suisse*. Grenoble: Bigot, S., Rome, S.

Fallot, J.-M. (2014, janvier). *Climatologie I & II* [Polycopié]. Lausanne : Université, Institut de géographie.

Gehrig-Fase, J., Guisan, A., Zimmermann, N. (2007). Tree line shifts in the Swiss Alps: Climate change or land abandonment? *Journal of Vegetation Science*, 18, 571-582.

Genoud, M. (2008). *Inventaire, évaluation et projets de valorisation des géomorphosites du Val de Bagnes* (mémoire de master) [en ligne]. Université de Lausanne, Faculté des Géosciences et Environnement, Institut de géographie. Disponible sur : <http://doc.rero.ch/record/10657>

Glaciological reports (1881-2016) "The Swiss Glaciers", Yearbooks of the Cryospheric Commission of the Swiss Academy of Sciences (SCNAT) published since 1964 by the Laboratory of Hydraulics, Hydrology and Glaciology (VAW) of ETH Zurich. No 1-134, " (<http://glaziology.ethz.ch/swiss-glaciers/>).

Golf Club Verbier. *Historique* [Page Web]. Disponible sur : <http://www.golfclubverbier.ch/fr/bienvenue/historique> (consulté le 05.06.18).

Institut pour l'étude de la neige et des avalanches (2006). *La limite de la forêt*. Davos: Institut pour l'étude de la neige et des avalanches.

Jacob-Rousseau, N. (2009). *Géohistoire/géo-histoire : quelles méthodes pour quel récit?*, Géocarrefour, Vol. 84/4, pp. 211-216.

Jacob-Rousseau, N. (2015). *Introduction à la géohistoire*. Paris : Armand Colin.

Joerin. U., Stocker, T., Schluechter, C. (2006) : Multicentury glacier fluctuations in the Swiss Alps during the Holocene, *The Holocene* vol. 16 (5), pp. 697-704.

Klein, G., Vitasse, Y., Rixen, C., Marty, C. et Rebetez, M. (2016). Shorter snow cover duration since 1970 in the Swiss Alps due to earlier snowmelt more than to later snow onset. *Climatic Change*, 139, 637-649.

Labhart, T.-P. et Decrouez, D. (1997). *La géologie de la Suisse*. Lausanne : Delachaux et Niestlé SA.

Lambiel, C. (1999). *Inventaire des glaciers rocheux entre le Val de Bagnes et le Val d'Hérémence (Valais)*. (Mémoire de licence non publié). Université de Lausanne, Faculté des lettres, Institut de Géographie.

Lambiel, C. (2006). *Le pergélisol dans les terrains sédimentaires à forte déclivité : distribution, régime thermique et instabilité*. Université de Lausanne. Faculté des Géosciences et de l'Environnement. 280p.

Lambiel, C. Reynard, E. (2003). a développement d'un domaine skiable sur la morphologie glaciaire et périglaciaire: le cas de Verbier (Valais, Suisse). In E.Reynard, C.Holzmann, D.Guex, N.Summermatter (Eds), *Géomorphologie et tourisme. Actes de la Réunion annuelle de la Société Suisse de Géomorphologie(SSGm) Finhaut, 21-23 septembre 2001* (Travaux et recherches n°24) (pp.19 - 33). Lausanne : Université, Institut de Géographie.

Lambiel, C., Reynard, E., Schoeneich, P. (2000). GIS and geomorphological mapping as management tools in Alpine periglacial areas. In M. Buchroitner (Ed), *High Mountain Cartography* (pp.215-228). Dresden: Technische Universität.

Lattion, V. (2006). *Modélisation 3D du glacier de Tortin (Valais) par la gravimétrie et le géoradar. Bilan volumétrique du glacier depuis 1878* (mémoire de master non publié). Université de Lausanne, Faculté des Géosciences, Institut de géophysique.

Le Temps. (2017,22,novembre). *Le premier hiver du ski low cost* [Page Web]. Disponible sur : <https://www.letemps.ch/economie/2017/11/22/premier-hiver-ski-low-cost> (consulté le 11.12.17).

Lignes de foi paroisse catholique de Bagnes (2017, 26 mai). *Chapelle de Fionnay* [en ligne]. Disponible sur <http://www.paroisses-valdebagnes.ch/accueil-bagnes/lieux-de-culte-bagnes-menu-34/chapelle-de-fionnay-bagnes-menu-103.html>

Luisier, F., Michellod, J.-M. (2012). *Images de Verbier. Les anciennes cartes postales*. Bagnes: Le Musée de Bagnes.

Marthaler, M., et Stampfli, G.-M. (1989). Les Schistes lustrés à ophiolites de la nappe du Tsaté : un ancien prisme d'accrétion issu de la marge active apulienne? *Bulletin suisse de Minéralogie et Pétrographie*, 69(2), 211-216.

Mihai, B., Reynard, E., Werren, G., Savulescu, I., Chitu, Zenaida (2009) Impacts of tourism on geomorphological processes in the Bucegi Mountains in Romania. *Geographica Helvetica*, 64, 134-147.

Office cantonal de statistique et de péréquation (2014). *Statistique structurelle des entreprises. Structure et localisation de l'emploi en 2011. Evolution de l'emploi 2005-2011. Valais et ses régions*. Sion : Office cantonal de statistique et de péréquation.

Office fédérale de l'environnement OFEV (2015). *Rapport sur l'environnement 2015. Paysage*. Berne: Office fédérale de l'environnement.

Office fédéral de météorologie et de climatologie MétéoSuisse (2014a, 01 décembre). *Le climat en Suisse* [Page Web]. Disponible sur : <http://www.meteosuisse.admin.ch/home/climat/passe/le-climat-en-suisse.html> (consulté le 11.12.17).

Office fédéral de météorologie et de climatologie MétéoSuisse (2014b, 01 décembre). *Normes par paramètre* [Page Web]. Disponible sur : <http://www.meteosuisse.admin.ch/home/climat/passe/normes-climatologiques/normes-par-parametre.html> (consulté le 11.12.17).

Office fédéral de la topographie swisstopo. *Coup de projecteur sur la carte Siegfried* [Page Web]. Disponible sur : <https://www.swisstopo.admin.ch/fr/connaissances-faits/cartes-et-plus/cartes-historiques/carte-siegfried.html> (consulté le 05.06.2018).

- Pia, F. (2016). *Urbaniser les Alpes suisses. Stratégies de densification des villes en altitude*. Thèse de doctorat non publiée. Ecole Polytechnique Fédérale de Lausanne, Faculté de l'environnement naturel, architectural et construit, Laboratoire d'architecture et mobilité urbaine, Programme doctoral en architecture et sciences de la ville, Suisse.
- Pralong, J.-P. (2006). *Géotourisme et utilisation de sites naturels d'intérêt pour les sciences de la Terre : Les régions de Crans-Montana-Sierre (Valais, Alpes suisses) et Chamonix-Mont-Blanc (Haute-Savoie, Alpes françaises)*. Thèse de doctorat non publiée. Université de Lausanne, Faculté des Géosciences et de l'Environnement.
- Programme National de Recherche 48 "Paysages et habitats de l'arc alpin" (2005). *Débats alpins*. Berne : Comité de direction du PNR 48.
- Programme National de Recherche 48 "Paysages et habitats de l'arc alpin" (2007). Diversité alpine. Zurich: Comité de direction du PNR 48.
- Programme National de Recherche 48 "Paysages et habitats de l'arc alpin" (2007b). *Paysage et habitats de l'arc alpin. Entre valeur ajoutée et valeur appréciée*. Zurich : Comité de direction du PNR 48.
- Ravanel, L., Lambiel, C. (2012). Evolution récente de la moraine des Gentianes. Un cas de réajustement paraglacière ? *Environnements périglaciaires* [en ligne] 18. Disponible sur : http://mesoscaphe.unil.ch/igd/publications/fiche.php?pid=serval:BIB_1B1BC7FD346A&lang=en&back=q%2F%3Flast
- Rebetez, M. (2011). *La Suisse se réchauffe. Effet de serre et changement climatique. Quatrième édition revue et mise à jour*. Lausanne : Presse polytechniques et universitaires romandes.
- Remontees-mecaniques.net (2013, 19 mars) *TSF2 Bruson – La Côt* [Page Web]. Disponible sur <https://www.remontees-mecaniques.net/bdd/reportage-tsf2-bruson-la-cot-wso-stadeli-lift-4635.html> (consulté le 05.06.18).
- Reynard, E. (1999). *Gestion patrimoniale et intégrée des ressources en eau dans les stations touristiques de montagne : les cas de Crans-Montana-Aminona et Nendaz (Valais)*. Thèse de doctorat. Lausanne : Université, Institut de Géographie.
- Reynard, E. (2005). Géomorphosites et paysages. *Géomorphologie : relief, processus, environnement* [en ligne]. 3/2005. Disponible sur : <http://geomorphologie.revues.org/index338.html>
- Reynard, E. (2009). Les sources cartographiques pour l'histoire du Rhône valaisan. *Cahiers de Vallesia*, 21, 63 – 71.
- Reynard, E., Baud, D. (2015). Etude géohistorique de l'assèchement de la plaine de Riddes-Martigny (1919 - 1940). *Extrait de Vallesia*, 70, 255-291.
- Reynard E., Lambiel C., Delaloye R., Devaud G., Baron L., Chapellier D., Marescot L., Monnet R. (2003). Glacier/permafrost relationships in forefields of small glaciers (Swiss Alps). *Proceedings of the 8th International Conference on Permafrost, Zurich 2003*, 2, 947-952.
- Richon, J., Baillifard, F., et Marthaler, M. (2012). *La géologie, quelle aventure ! Enquête géologique dans le Val de Bagnes*. Wabern : Office fédéral de topographie swisstopo.

Sartori, M., Gouffon, Y., et Marthaler, M. (2007). Harmonisation et définition des unités lithostratigraphiques briançonnaises dans les nappes penniques du Valais. *Eclogae geol. Helv*, 99, 363-407.
doi : 10.1007/s00015-006-1200-2

Sauthier, G., Guex, D., et Roy, J. (2012a). La trajectoire historique du développement touristique de Finhaut entre 1860 et 2010 [Publication]. Sion : Institut Universitaire Kurt Bösch (IUKB), UER Tourisme.

Sauthier, G., Guex, D., et Roy, J. (2012b). La trajectoire historique du développement touristique de Zermatt entre 1850 et 2010 [Publication]. Sion : Institut Universitaire Kurt Bösch (IUKB), UER Tourisme.

Scapozza, C. (2015). Evolution des glaciers et du pergélisol depuis le dernier maximum glaciaire dans la région du mont Gelé-Mont Fort (Alpes Valaisannes, Suisse) : chronologie, modalité de la dernière déglaciation et datation des âges d'exposition à l'aide du marteau de Schmidt. *Quaternaire*, 26(2), 141-173. Doi : 10.4000/quaternaire.7250

Schütz, P. (2007). *Etude des relations glacier-permafrost dans une marge proglaciaire à forte composante anthropique (Col des Gentianes, Valais, Suisse)* (mémoire de master) [en ligne]. Université de Lausanne, Faculté des lettres, Institut de géographie. Disponible sur : <http://doc.rero.ch/record/7978>

Serquet, G., Marty, C., Dulex, J.-P., Rebetez, M. (2011). Seasonal trends and temperature dependence of the snowfall/precipitation-day ratio in Switzerland. *Geophysical research letters*, 38, 1-5. doi:10.1029/2011GL046976

Serquet, G., Thalman, P. (2012). Impacts des changements climatiques pour le tourisme à Verbier [en ligne]. Ecole Polytechnique Fédérale de Lausanne, Laboratoire, Recherches en économie et management de l'environnement. Disponible sur: <https://documents.epfl.ch/groups/c/ch/chaire-landolt-et-cie/www/Verbier/2011%20GPS%20%20CCToursimeVerbier-fr.pdf>

Site officiel de la commune de Vollèges. *Volleges et Bagnes. Examen de la faisabilité d'un projet de fusion* [Page Web]. Disponible sur : <http://www.volleges.ch/> (consulté le 05.06.18).

Site officiel de l'office du tourisme de Verbier/Val de Bagnes (2017, 3 janvier). *Webcam Fontanay* [Page Web]. Disponible sur : <http://en.verbier.ch/fr/webcams/webcam-fontanay.htm> (consulté le 03.01.17).

Site officiel de l'office du tourisme de Verbier/Val de Bagnes (2018, 5 juin). *Chapel in Verbier-Village* [Page Web]. Disponible sur : <http://www.verbier.ch/en/fppoi-chapel-in-verbier-village-4460.html> (consulté le 05.06.18).

Spandre, P., François, Hugues., Morin, S., & Marcelpoil, E-G. (2015). Dynamique de la neige de culture dans les Alpes Françaises. *Revue de la géographie alpine*, 103(2), 1-18. doi: 10.4000/rga.2849

Stäuble, S., Martin, S., Reynard, E. (2008). *Historical Mapping for Landscape Reconstruction. Examples from the Canton Of Valais (Switzerland)* [PDF]. Lausanne : Université, Institut de géographie.

Steiger, R. (2010). The impact of climate change on ski season length and snowmaking requirements in Tyrol, Austria. *Climate Research*, 43, 251- 262. doi: 10.3354/cr00941

Stucki, E. (1991). *La transformation des systèmes de production dans les alpes suisses à la lumière de l'autonomie locale : analyse comparée du Val Calanca (GR) et du Val de Bagnes (VS)*. Zürich : ETH Zurich Research Collection. Doi : 19.3929/ethz-a-000662508

Vanat, L. (2016). *Bilan de la saison 2015/16. Fréquentation des domaines skiables*. Berne : Remontées Mécaniques Suisses.

Verbier (2017, 17 avril). In *Wikipédia* [en ligne]. Disponible sur <https://fr.wikipedia.org/wiki/Verbier>

7.2. Cartes utilisées

Atlas Siegfried au 1:50'000. Feuille 526 *Martigny* (1920). Wabern: Office fédéral de la topographie swisstopo.

Atlas Siegfried au 1:50'000. Feuille 526 *Martigny* (1900). Wabern: Office fédéral de la topographie swisstopo.

Atlas Siegfried au 1:50'000. Feuille 527 *Lourtier* (1935). Wabern: Office fédéral de la topographie swisstopo.

Atlas Siegfried au 1:50'000. Feuille 527 *Lourtier* (1920). Wabern: Office fédéral de la topographie swisstopo.

Atlas Siegfried au 1:50'000. Feuille 527 *Lourtier* (1906). Wabern: Office fédéral de la topographie swisstopo.

Atlas Siegfried au 1:50'000. Feuille 527 *Lourtier* (1878). Wabern: Office fédéral de la topographie swisstopo.

Atlas Siegfried au 1:50'000. Feuille 530 *Gd Combin* (1933). Wabern: Office fédéral de la topographie swisstopo.

Atlas Siegfried au 1:50'000. Feuille 530 *Gd Combin* (1922). Wabern: Office fédéral de la topographie swisstopo.

Atlas Siegfried au 1:50'000. Feuille 530 *Gd Combin* (1880). Wabern: Office fédéral de la topographie swisstopo.

Carte nationale de la Suisse au 1:10'000. Waberne: Office fédéral de topographie swisstopo

Carte nationale de la Suisse au 1:25'000. Feuille 1325 *Sembrancher* (2010). Wabern: Office fédéral de la topographie swisstopo.

Carte nationale de la Suisse au 1:25'000. Feuille 1325 *Sembrancher* (1995). Wabern: Office fédéral de la topographie swisstopo.

Carte nationale de la Suisse au 1:25'000. Feuille 1325 *Sembrancher* (1971). Wabern: Office fédéral de la topographie swisstopo.

Carte nationale de la Suisse au 1:25'000. Feuille 1325 *Sembrancher* (1965). Wabern: Office fédéral de la topographie swisstopo.

Carte nationale de la Suisse au 1:25'000. Feuille 1326 *Rosablanche* (2010). Wabern: Office fédéral de la topographie swisstopo.

Carte nationale de la Suisse au 1:25'000. Feuille 1326 *Rosablanche* (1995). Wabern: Office fédéral de la topographie swisstopo.

Carte nationale de la Suisse au 1:25'000. Feuille 1326 *Rosablanche* (1988). Wabern: Office fédéral de la topographie swisstopo.

Carte nationale de la Suisse au 1:25'000. Feuille 1326 *Rosablanche* (1983). Wabern: Office fédéral de la topographie swisstopo.

Carte nationale de la Suisse au 1:25'000. Feuille 1326 *Rosablanche* (1974). Wabern: Office fédéral de la topographie swisstopo.

Carte nationale de la Suisse au 1:25'000. Feuille 1326 *Rosablanche* (1967). Wabern: Office fédéral de la topographie swisstopo.

Carte nationale de la Suisse au 1:25'000. Feuille 1346 *Chanrion* (2010). Wabern: Office fédéral de la topographie swisstopo.

Carte nationale de la Suisse au 1:25'000. Feuille 1346 *Chanrion* (1967). Wabern: Office fédéral de la topographie swisstopo.

Carte nationale de la Suisse au 1:50'000. Feuille 282 *Martigny* (1964). Wabern: Office fédéral de la topographie swisstopo.

Carte nationale de la Suisse au 1:50'000. Feuille 282 *Martigny* (1956). Wabern: Office fédéral de la topographie swisstopo.

Carte nationale de la Suisse au 1:50'000. Feuille 283 *Arolla* (1961). Wabern: Office fédéral de la topographie swisstopo.

Carte nationale de la Suisse au 1:50'000. Feuille 283 *Arolla* (1958). Wabern: Office fédéral de la topographie swisstopo.

Carte nationale de la Suisse au 1:50'000. Feuille 283 *Arolla* (1955). Wabern: Office fédéral de la topographie swisstopo.

SwissAlti3D. Feuille 1325_2 *Sembrancher*. Wabern: Office fédérale de la topographie swisstopo.

SwissAlti3D. Feuille 1325_4 *Sembrancher*. Wabern: Office fédérale de la topographie swisstopo.

SwissAlti3D. Feuille 1326_1 *Rosablanche*. Wabern: Office fédérale de la topographie swisstopo.

SwissAlti3D. Feuille 1326_3 *Rosablanche*. Wabern: Office fédérale de la topographie swisstopo.

SwissAlti3D. Feuille 1346_1 *Chanrion*. Wabern: Office fédérale de la topographie swisstopo.

SWISSIMAGE. Feuille 1325_2 *Sembrancher*. Wabern: Office fédérale de la topographie swisstopo.

SWISSIMAGE. Feuille 1325_4 *Sembrancher*. Wabern: Office fédérale de la topographie swisstopo.

SWISSIMAGE. Feuille 1326_1 *Rosablanche*. Wabern: Office fédérale de la topographie swisstopo.

SWISSIMAGE. Feuille 1326_3 *Rosablanche*. Wabern: Office fédérale de la topographie swisstopo.

SWISSIMAGE. Feuille 1346_1 *Chanrion*. Wabern: Office fédérale de la topographie swisstopo.

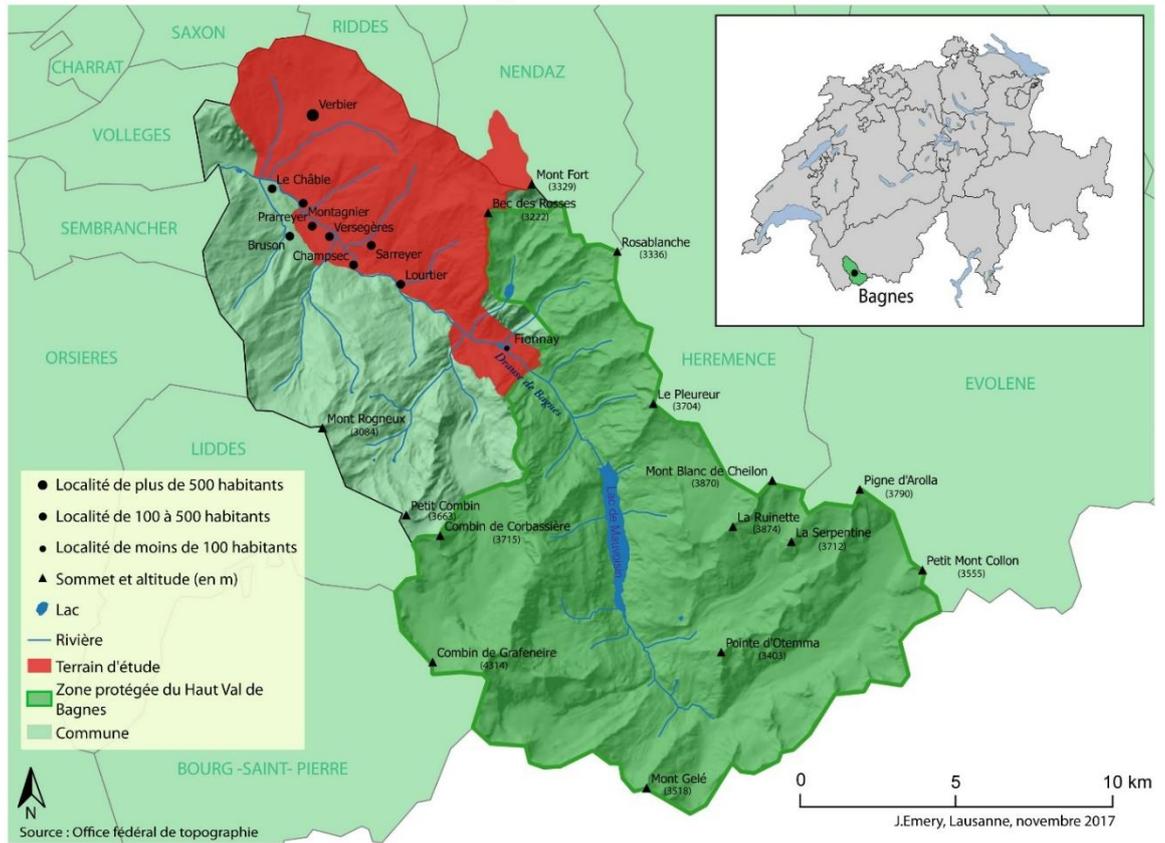
Chapitre 8 : Annexes

8. Annexes

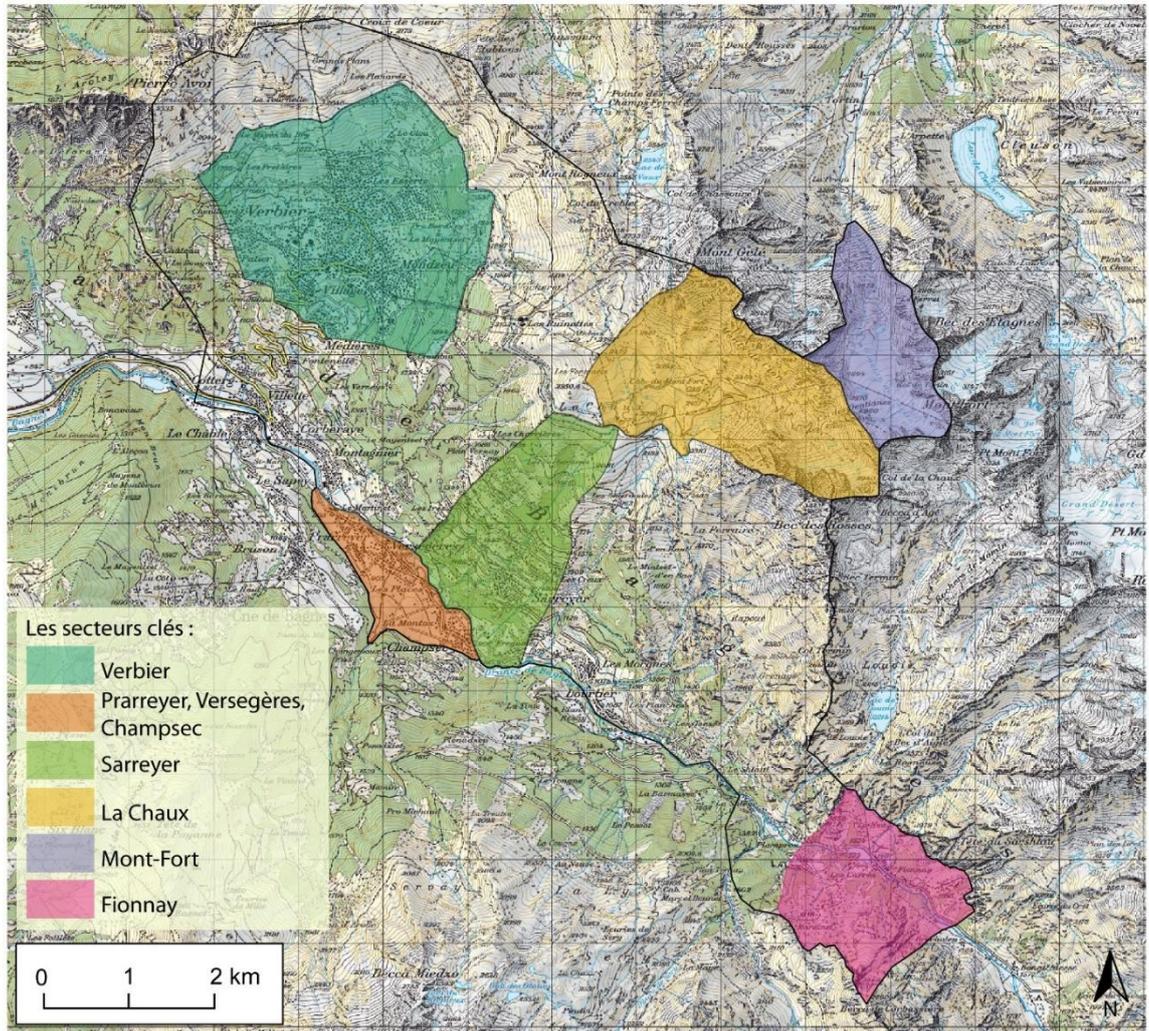
8.1. Cartes de situation

A01

Le Val de Bagnes et le terrain d'étude



Le terrain d'étude et les secteurs clés



Source : Office fédéral de topographie

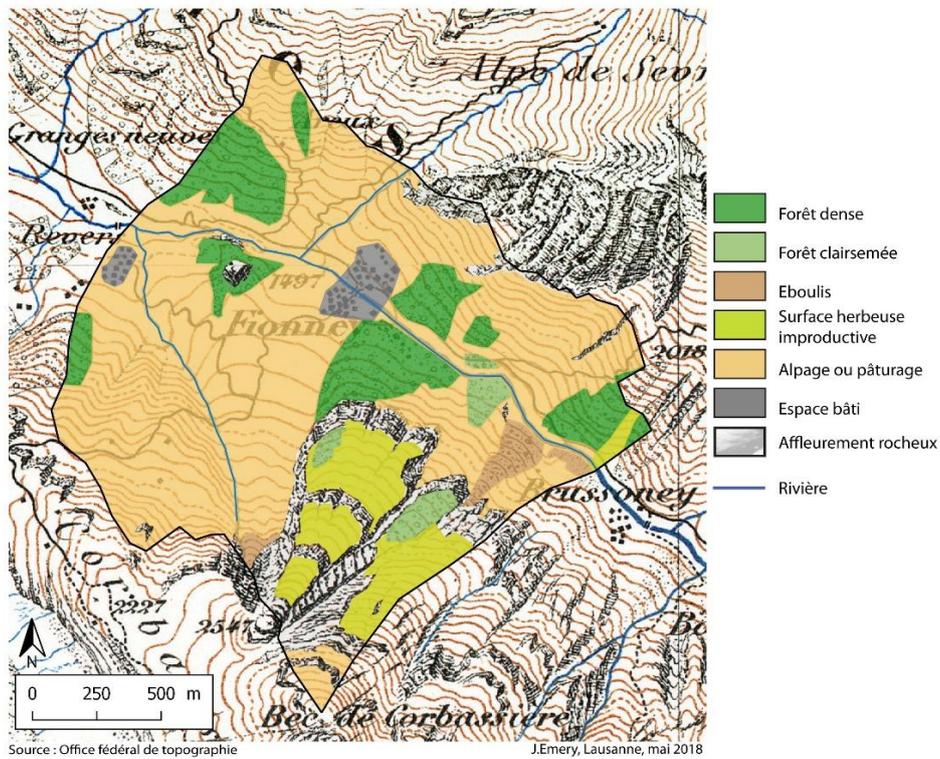
J.Emery, Lausanne, juin 2018

8.2. Secteur de Fionnay

8.2.1. Cartes synchroniques :

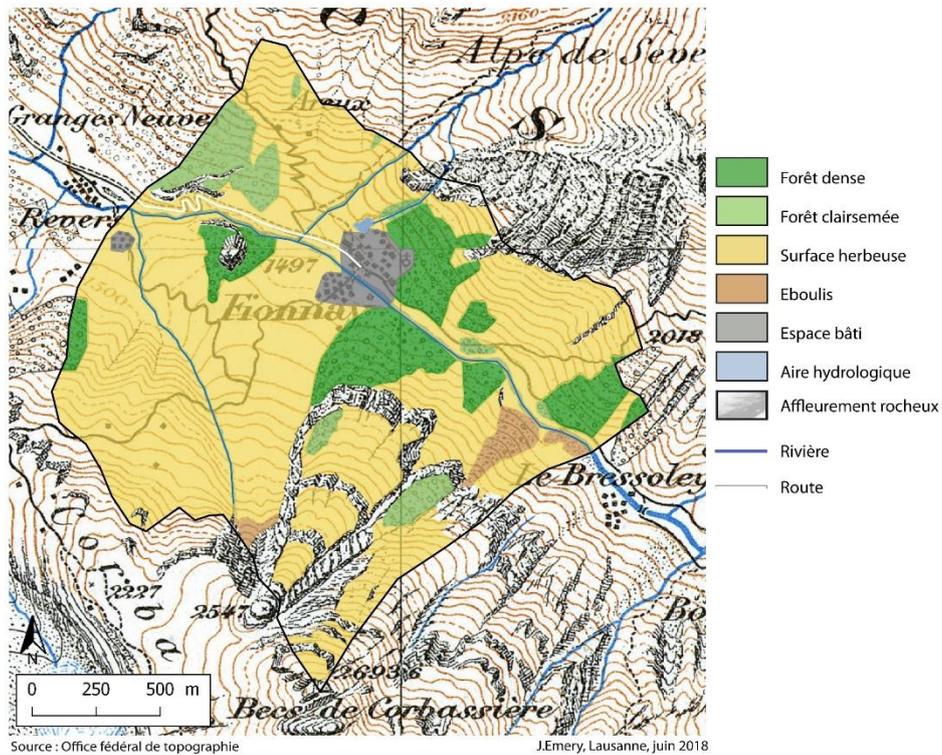
B01

Occupation du sol à Fionnay en 1880



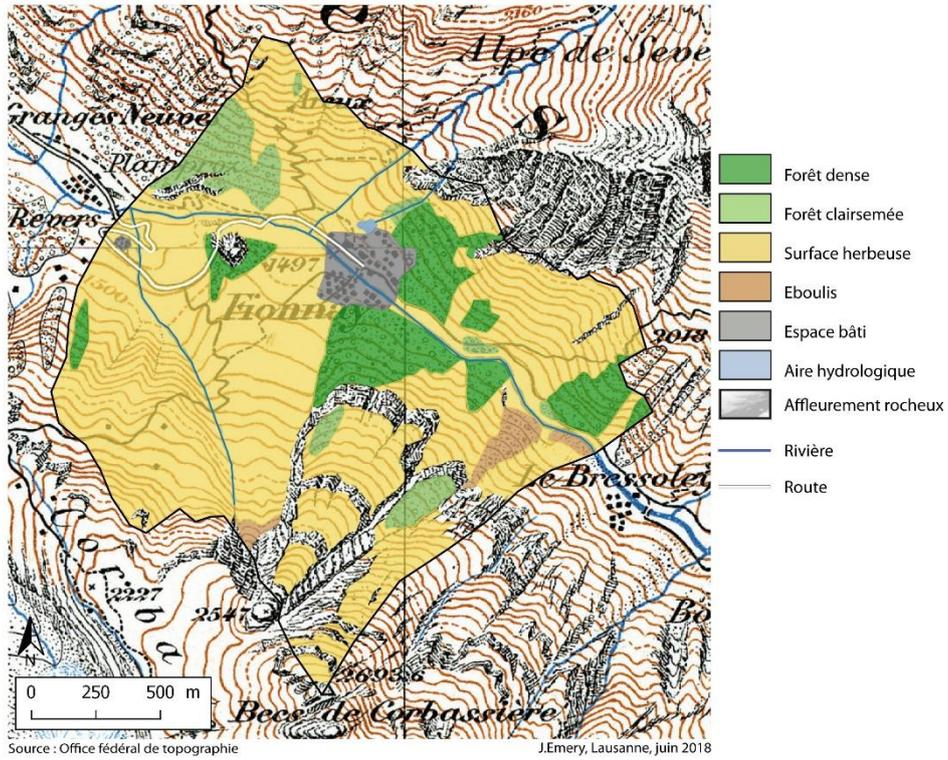
B02

Occupation du sol à Fionnay en 1922



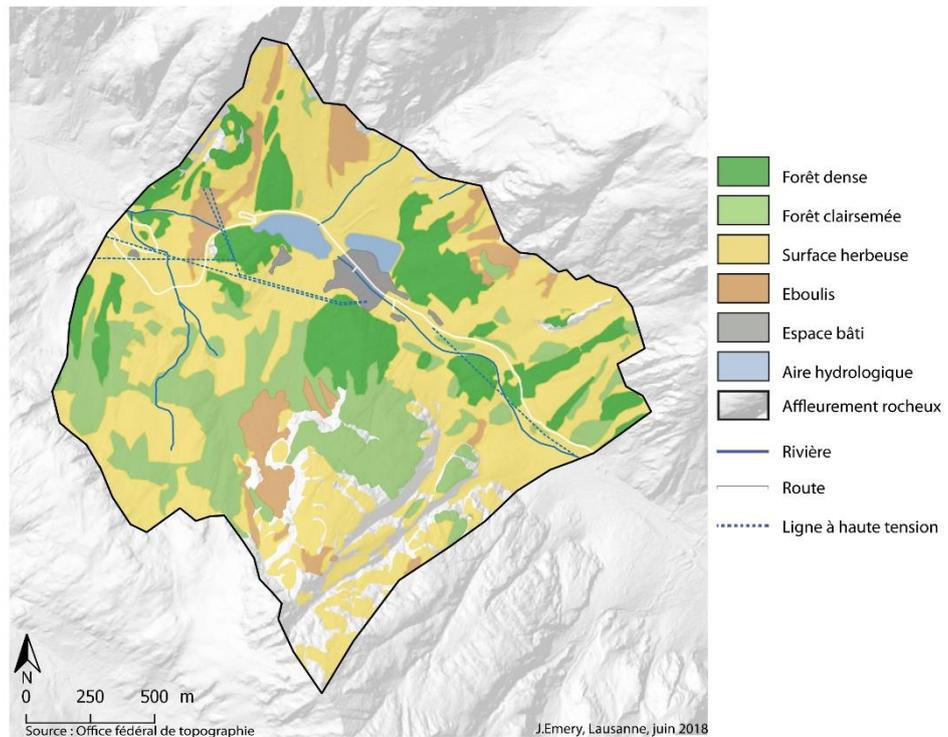
B03

Occupation du sol à Fionnay en 1935



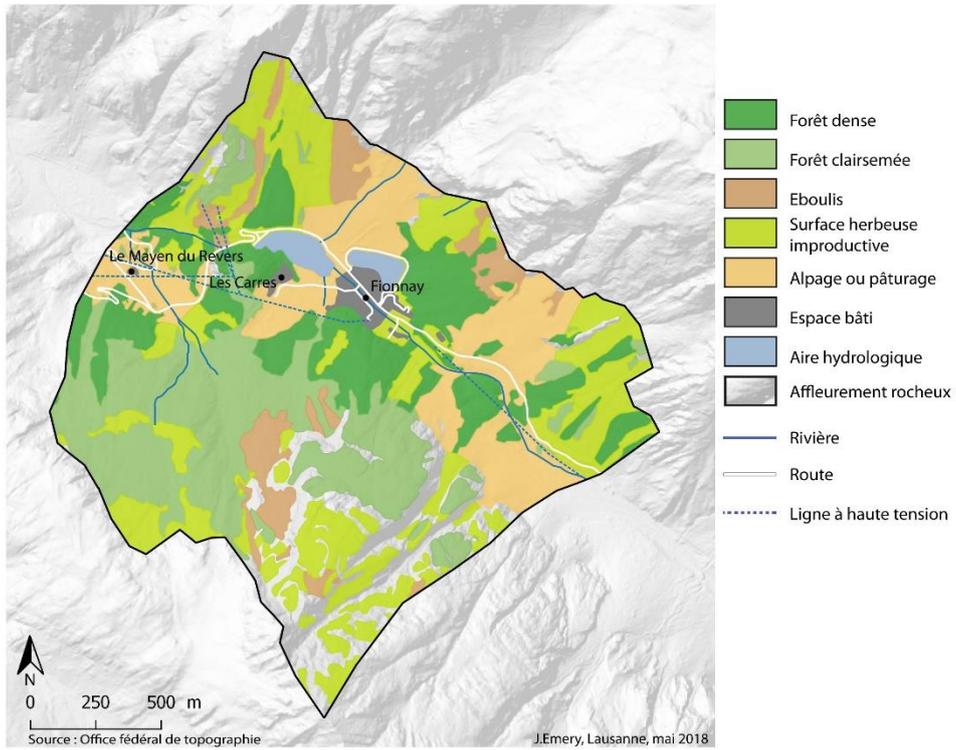
B04

Occupation du sol à Fionnay en 1967



B05

Occupation du sol à Fionnay en 2010

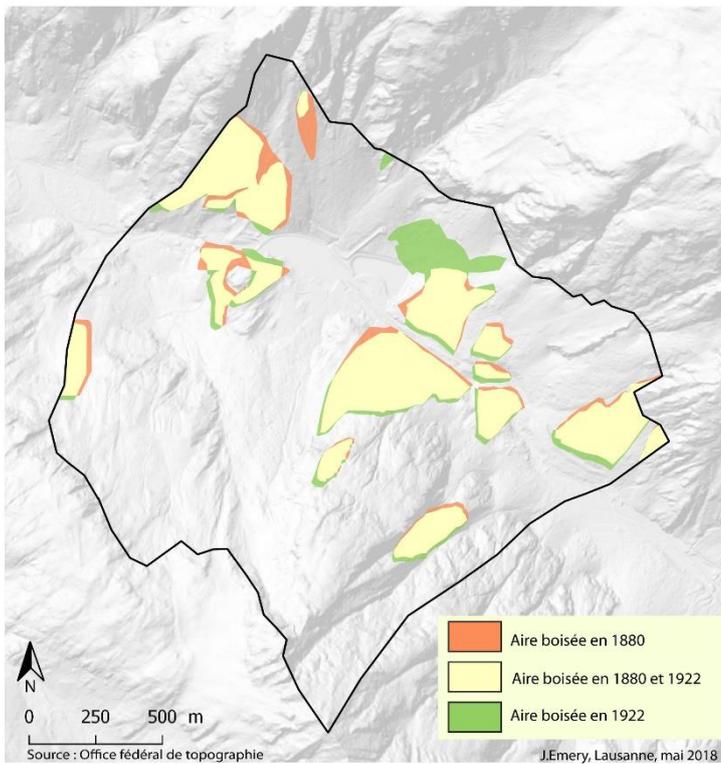


8.2.2. Cartes diachroniques :

1880 – 1922

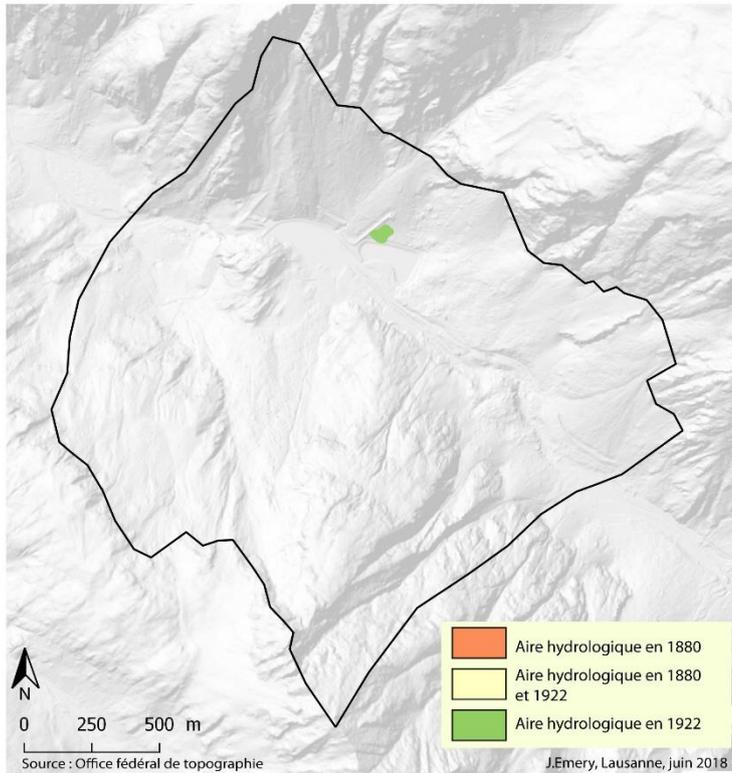
B06

Evolution des aires boisées à Fionnay de 1880 à 1922



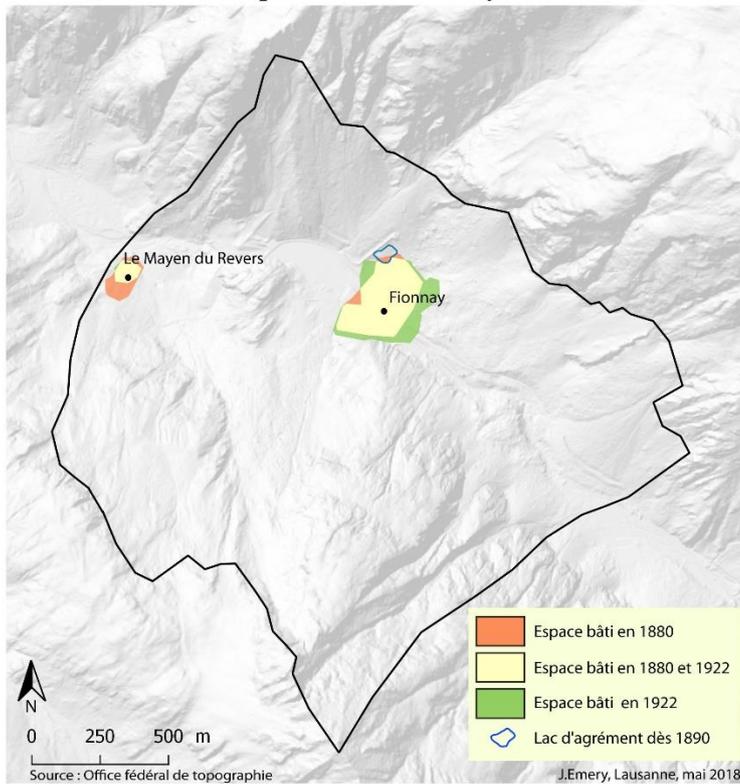
B07

Evolution des aires hydrologiques à Fionnay de 1880 à 1922



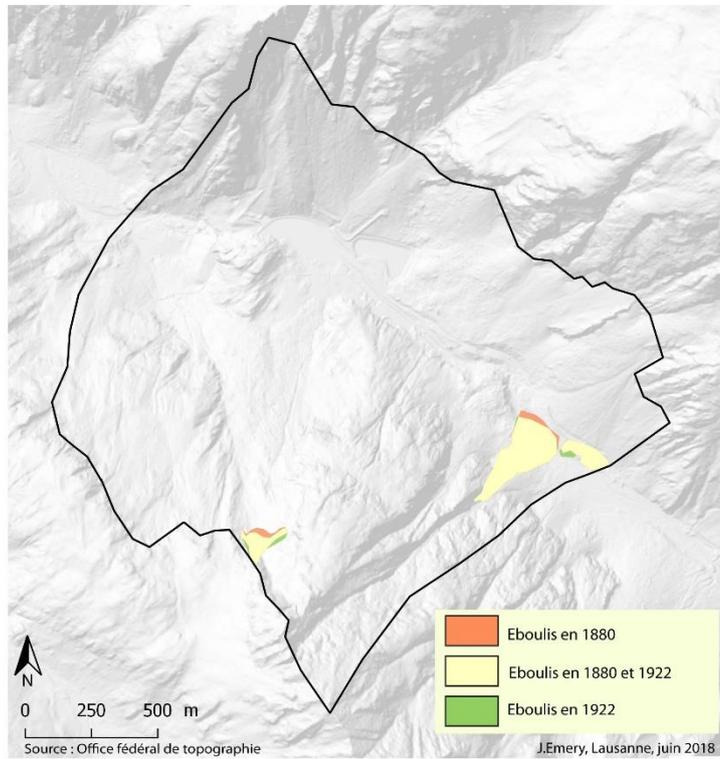
B08

Evolution des espaces bâtis à Fionnay de 1880 à 1922



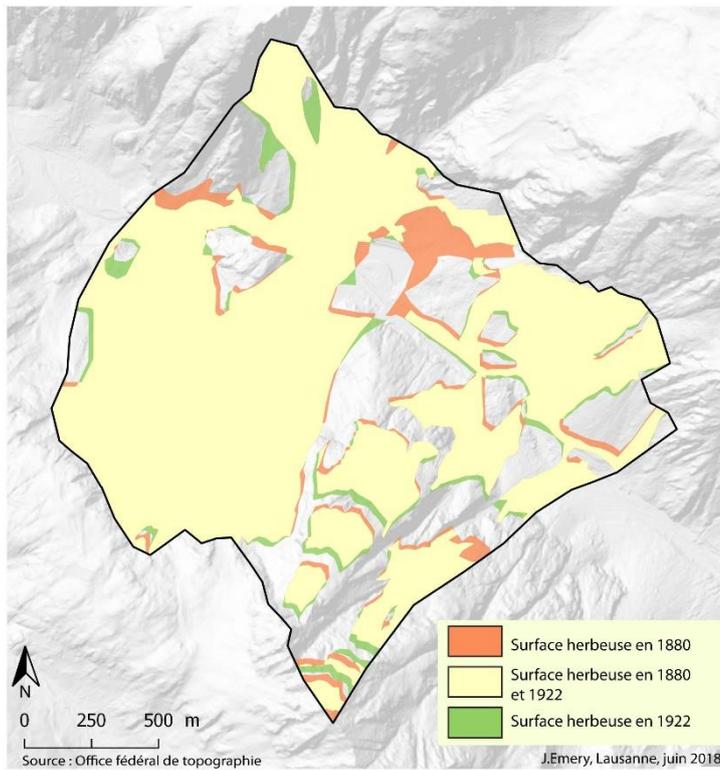
B09

Evolution des aires d'éboulis à Fionnay de 1880 à 1922



B10

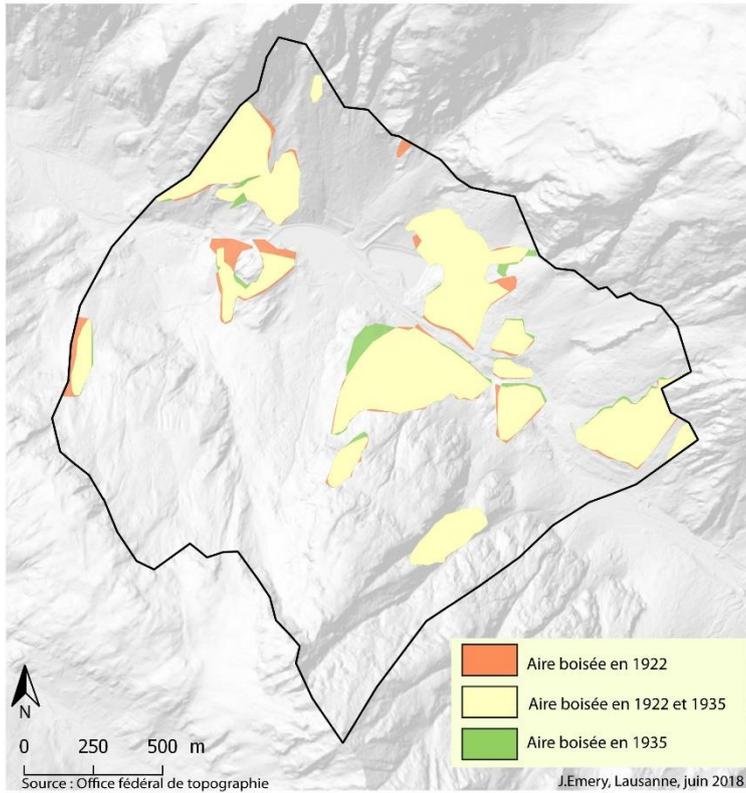
Evolution des surfaces herbeuses à Fionnay de 1880 à 1922



1922 – 1935

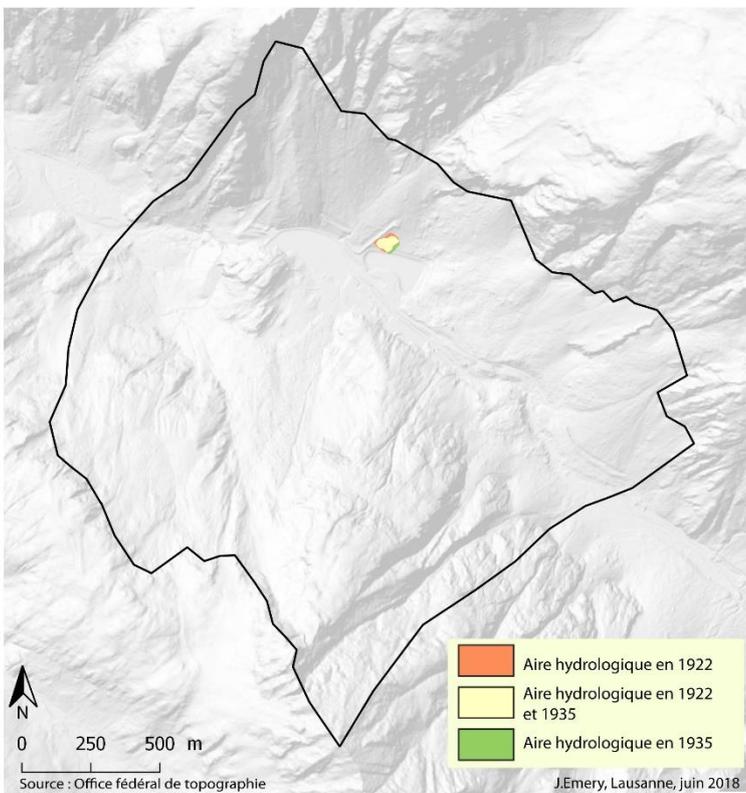
B11

Evolution des aires boisées à Fionnay de 1922 à 1935



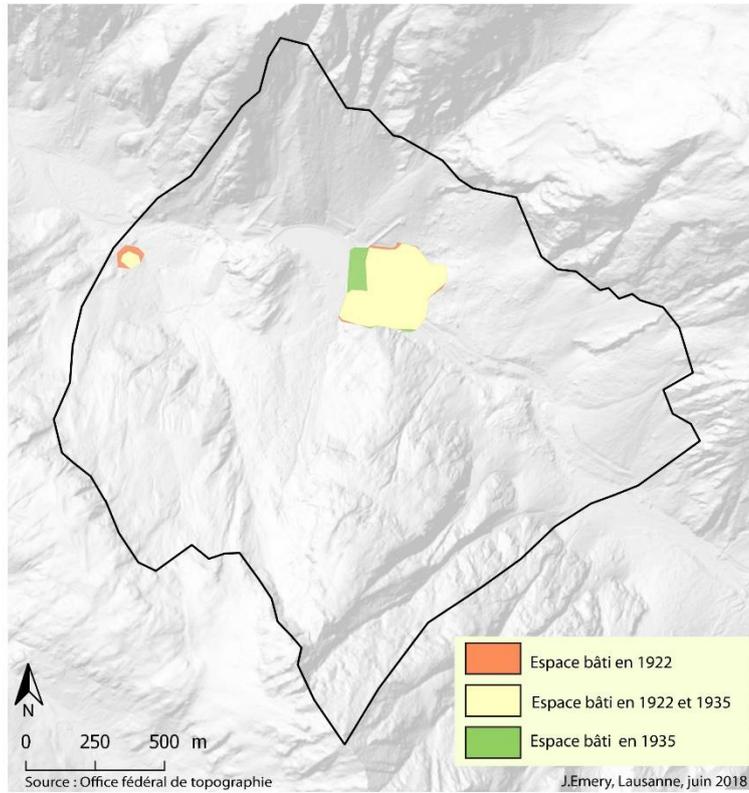
B12

Evolution des aires hydrologiques à Fionnay de 1922 à 1935



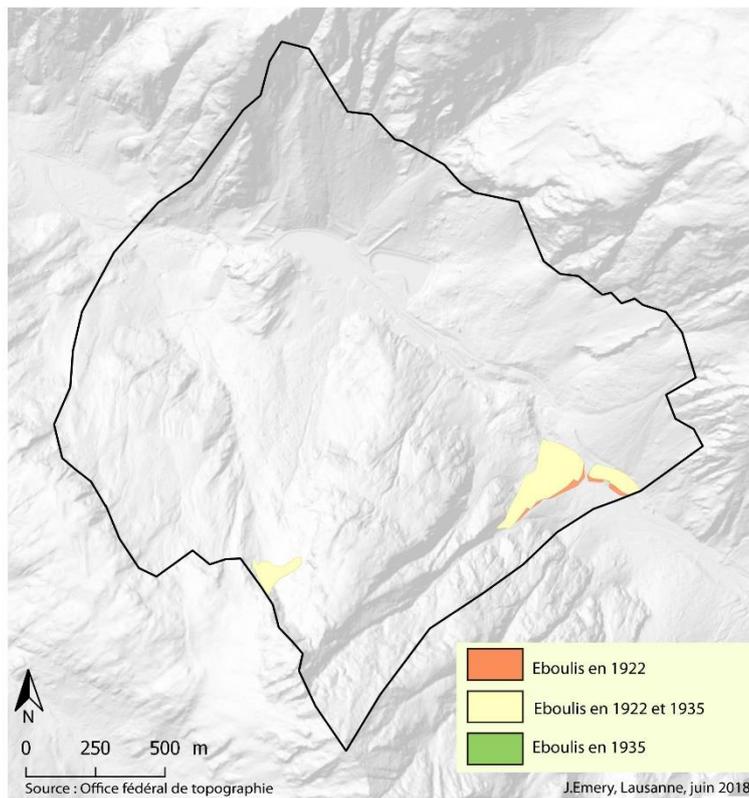
B13

Evolution des espaces bâtis à Fionnay de 1922 à 1935



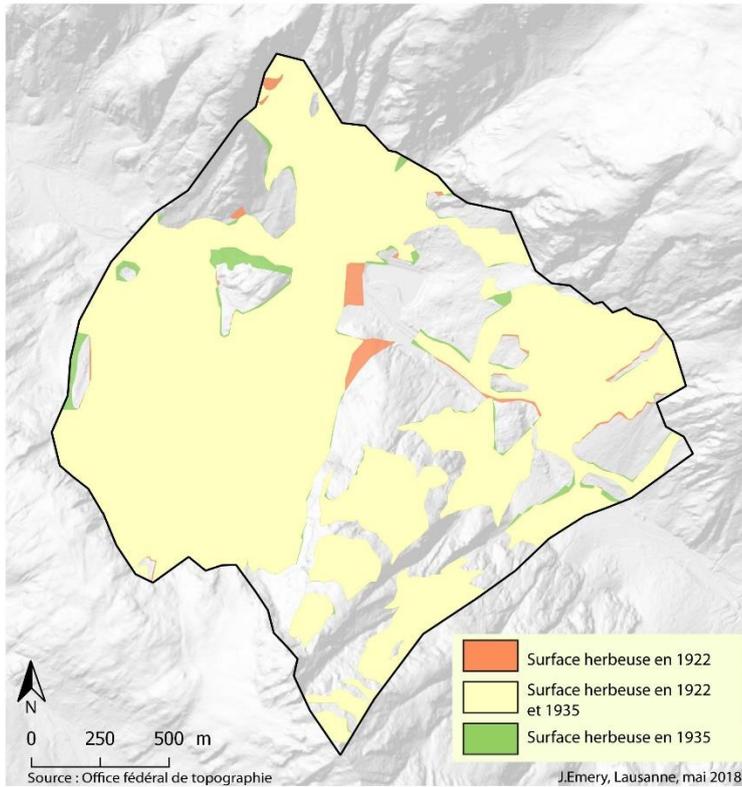
B14

Evolution des aires d'éboulis à Fionnay de 1922 à 1935



B15

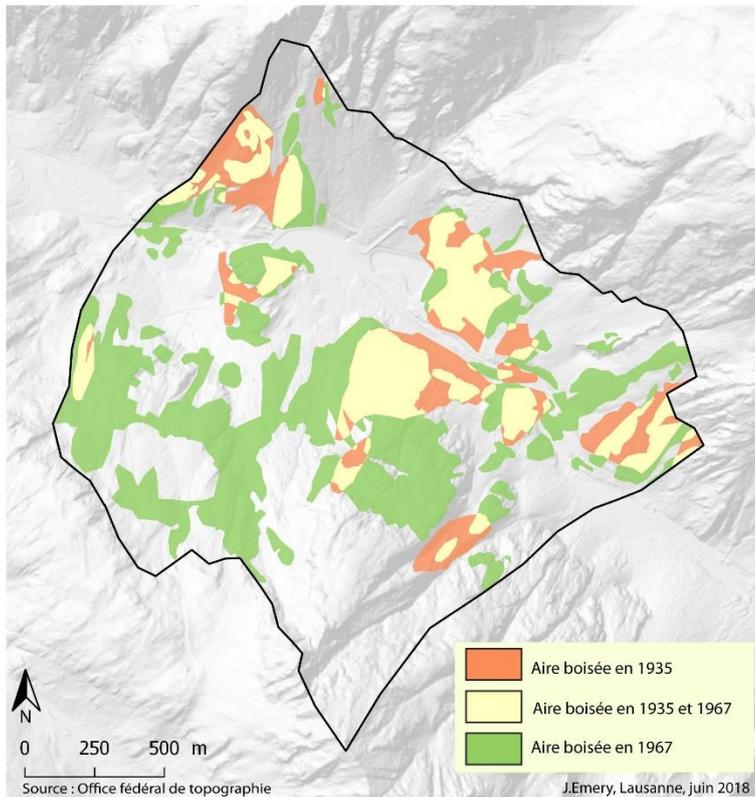
Evolution des surfaces herbeuses à Fionnay de 1922 à 1935



1935 – 1967

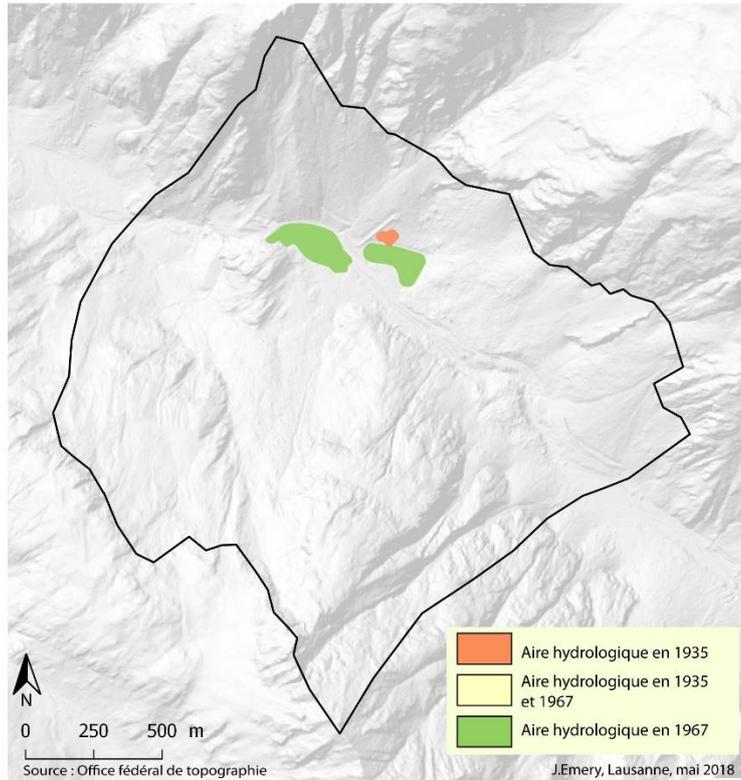
B16

Evolution des aires boisées à Fionnay de 1935 à 1967



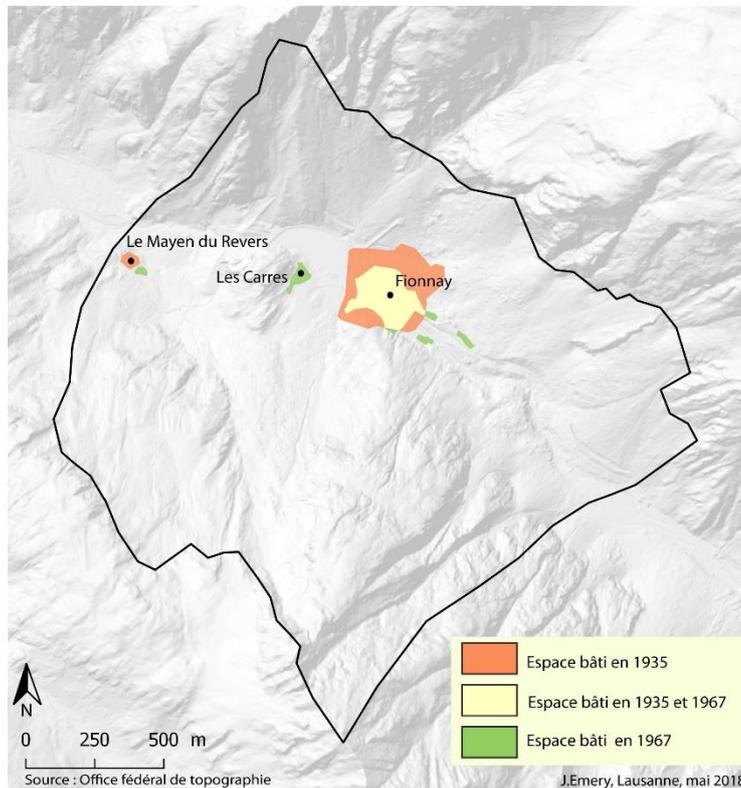
B17

Evolution des aires hydrologiques à Fionnay de 1935 à 1967



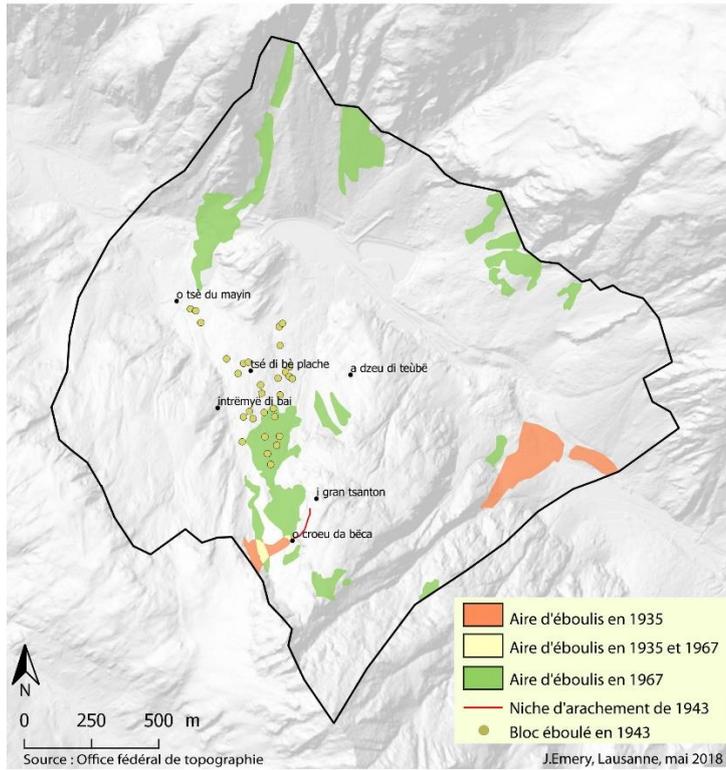
B18

Evolution des espaces bâtis à Fionnay de 1935 à 1967



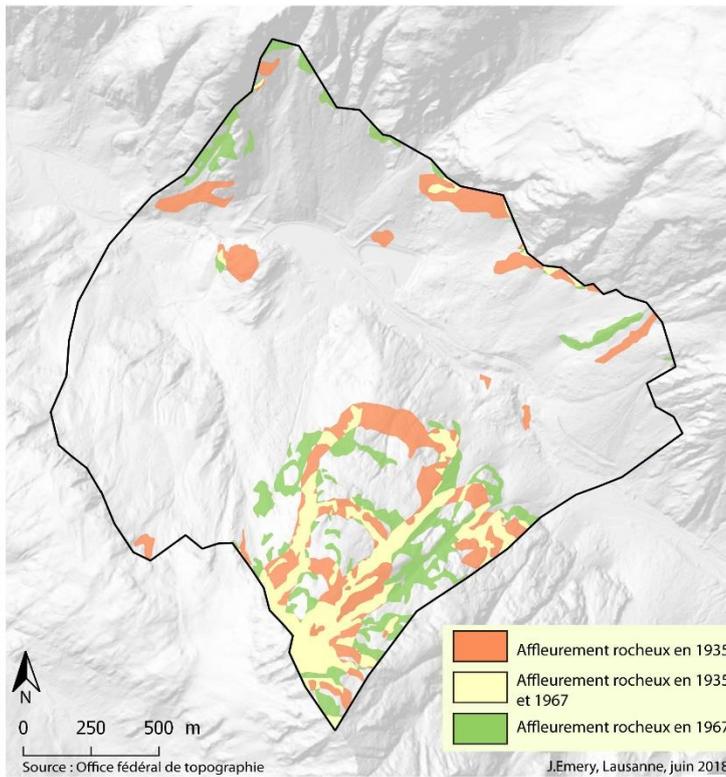
B19

Evolution des aires d'éboulis à Fionnay de 1935 à 1967



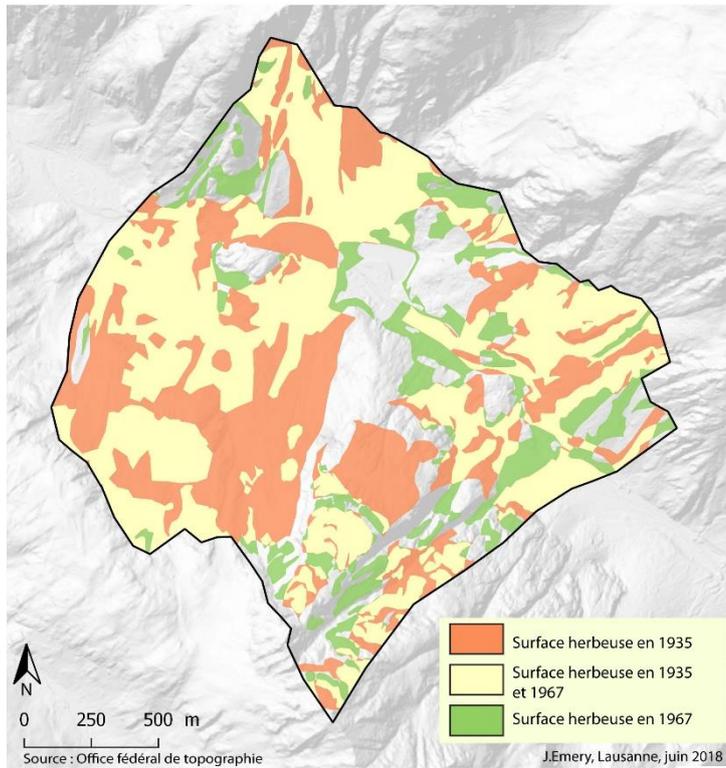
B20

Evolution des aires d'affleurements rocheux à Fionnay de 1935 à 1967



B21

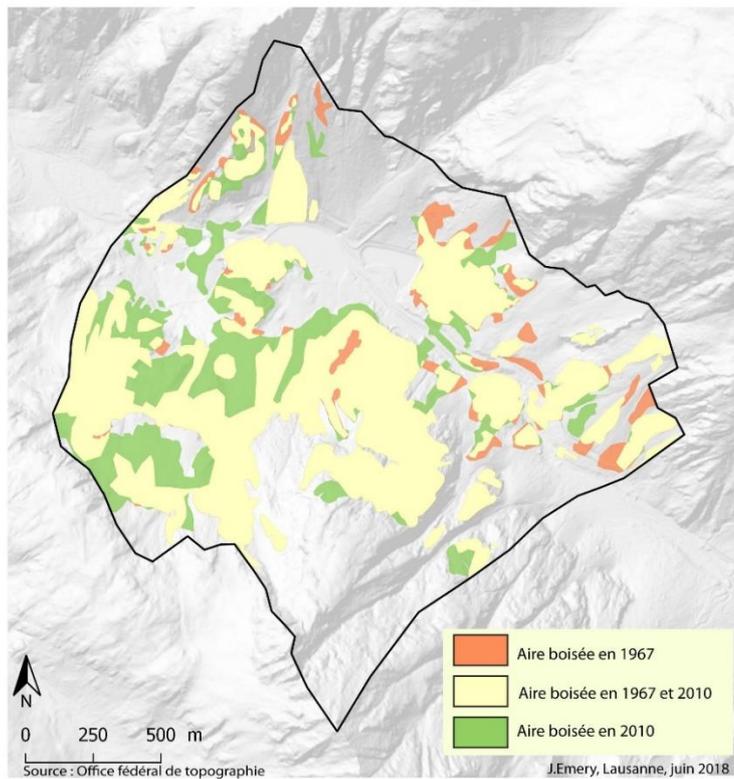
Evolution des surfaces herbeuses à Fionnay de 1935 à 1967



1967 – 2010

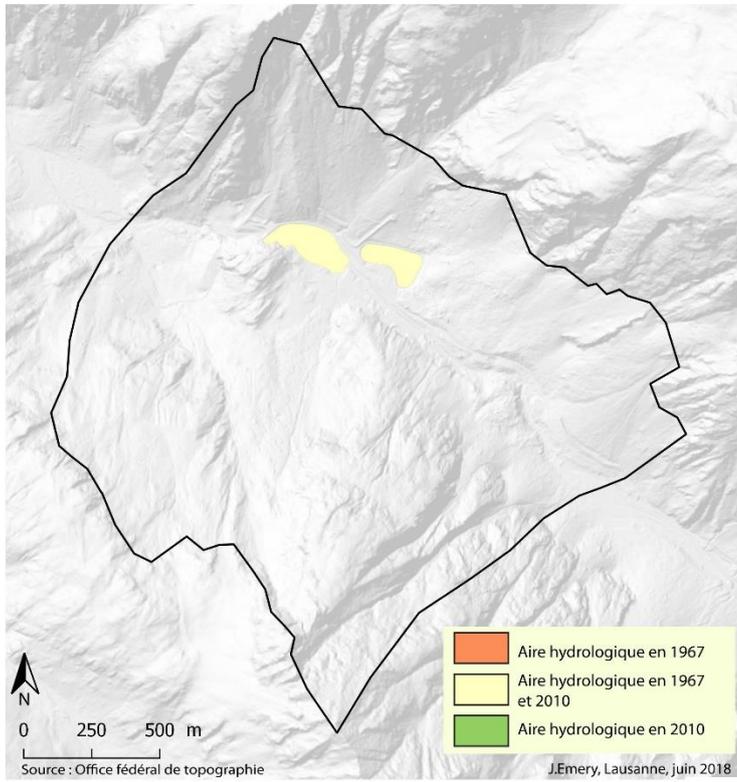
B22

Evolution des aires boisées à Fionnay de 1967 à 2010



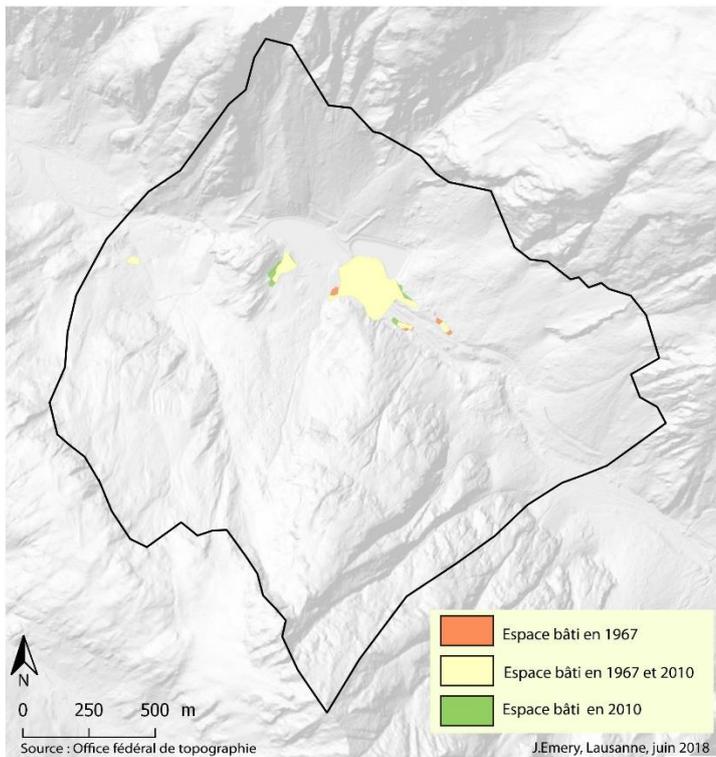
B23

Evolution des aires hydrologiques à Fionnay de 1967 à 2010



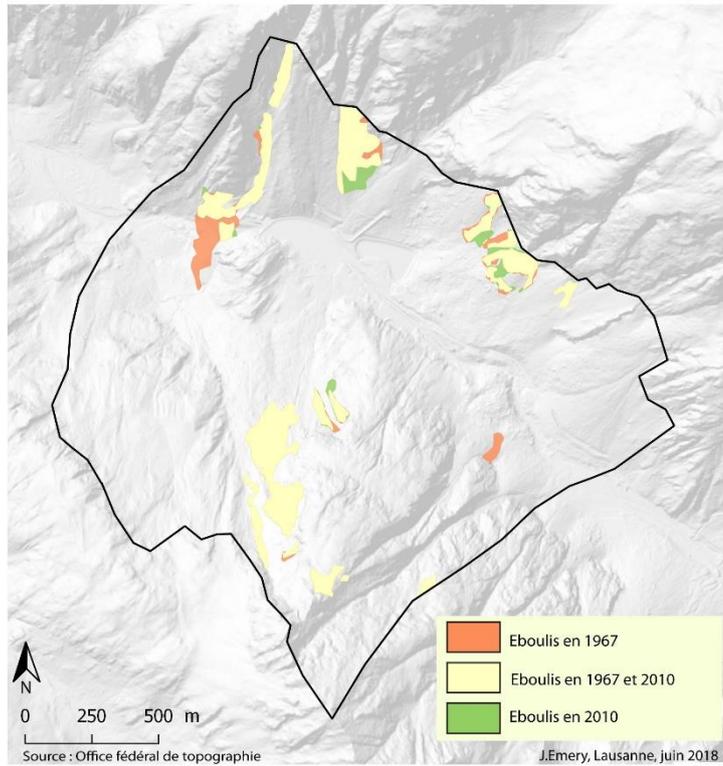
B24

Evolution des espaces bâtis à Fionnay de 1967 à 2010



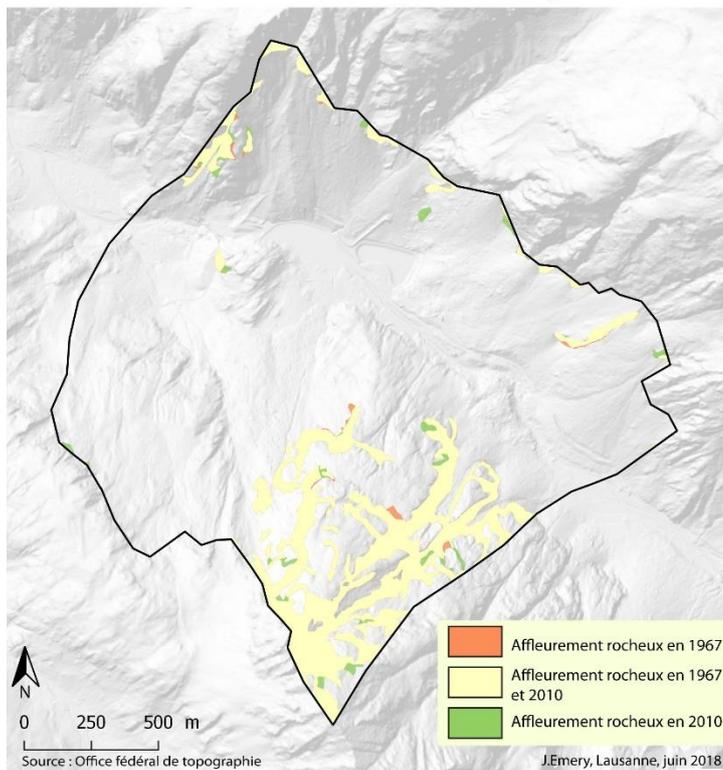
B25

Evolution des aires d'éboulis à Fionnay de 1967 à 2010



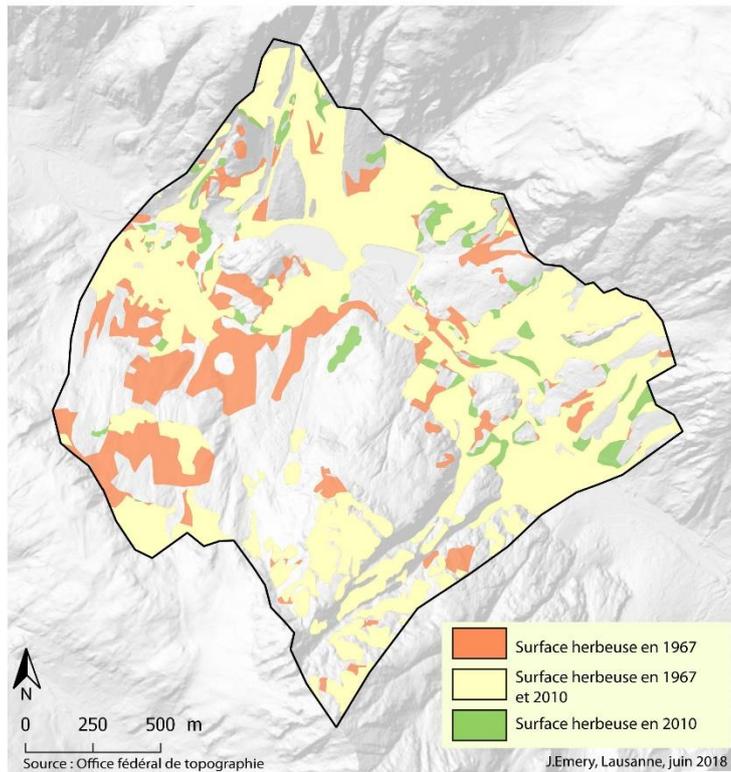
B26

Evolution des aires d'affleurements rocheux à Fionnay de 1967 à 2010



B27

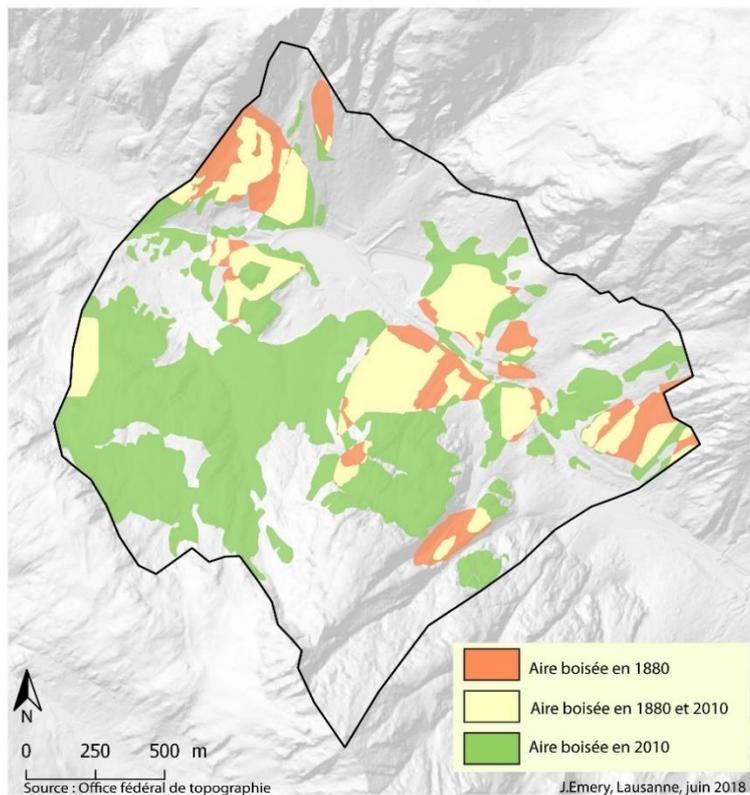
Evolution des surfaces herbeuses à Fionnay de 1967 à 2010



1880 – 2010

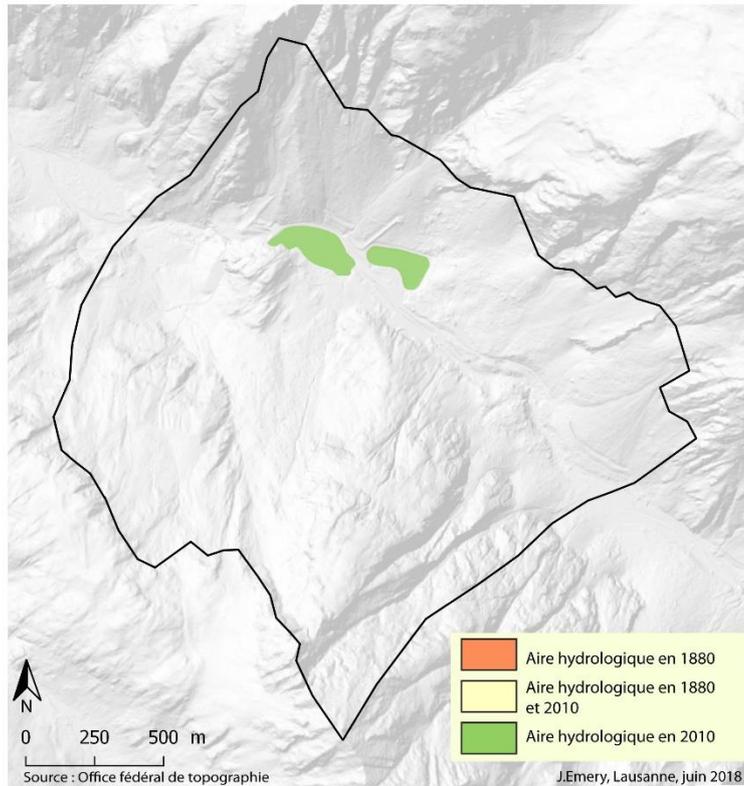
B28

Evolution des aires boisées à Fionnay de 1880 à 2010



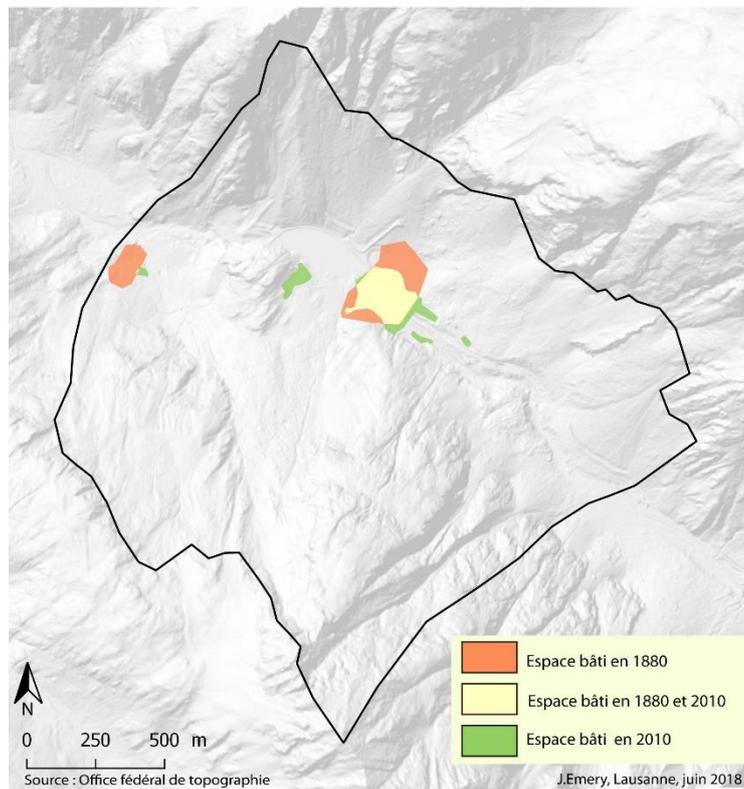
B29

Evolution des aires hydrologiques à Fionnay de 1880 à 2010



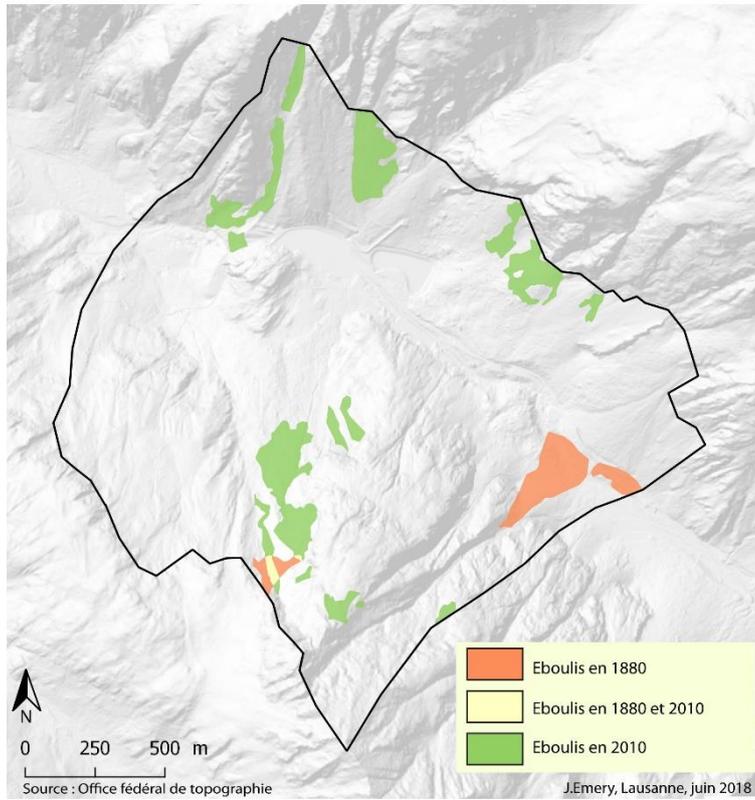
B30

Evolution des espaces bâtis à Fionnay de 1880 à 2010



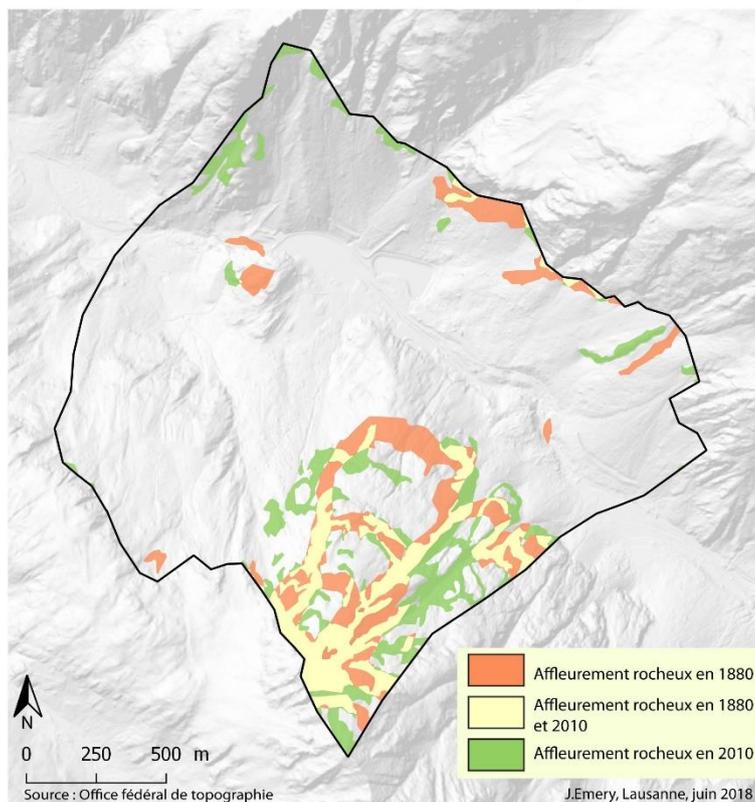
B31

Evolution des aires d'éboulis à Fionnay de 1880 à 2010



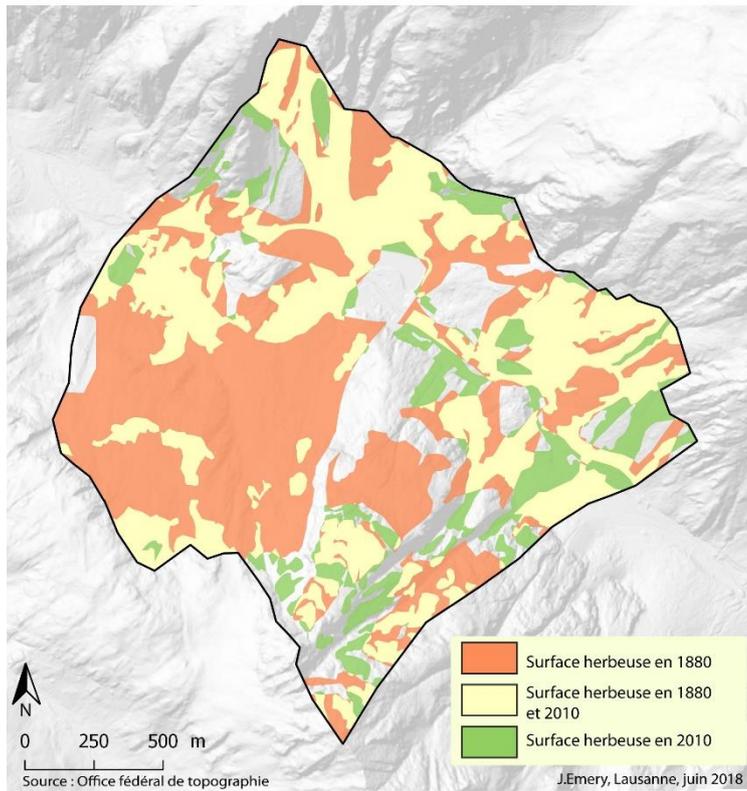
B32

Evolution des aires d'affleurements rocheux à Fionnay de 1880 à 2010



B33

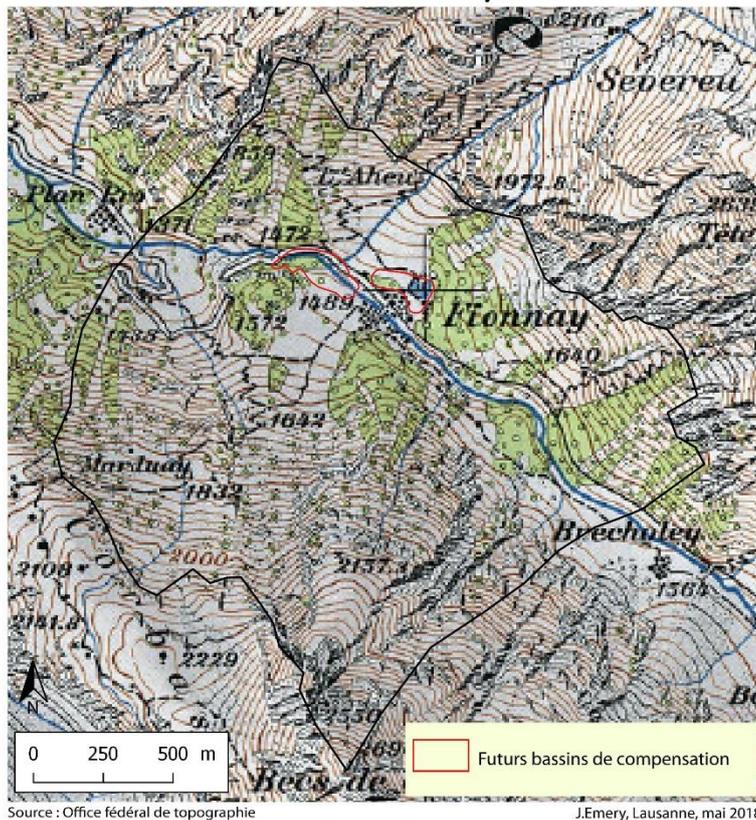
Evolution des surfaces herbeuses à Fionnay de 1880 à 2010



8.2.3. Autre :

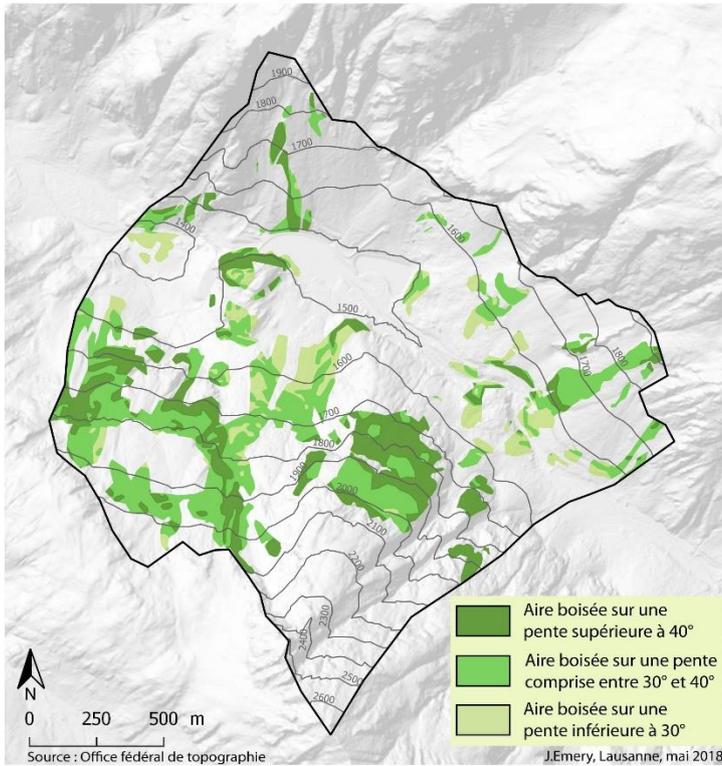
B34

Les lacs de Fionnay



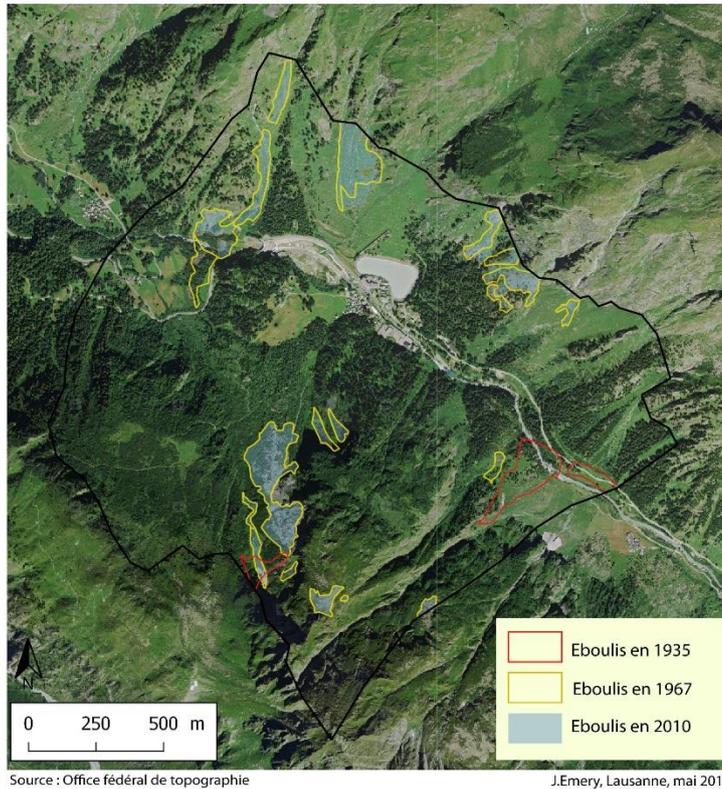
B35

Aires boisées apparues à Fionnay entre 1935 et 1967 en fonction de la pente et de l'altitude



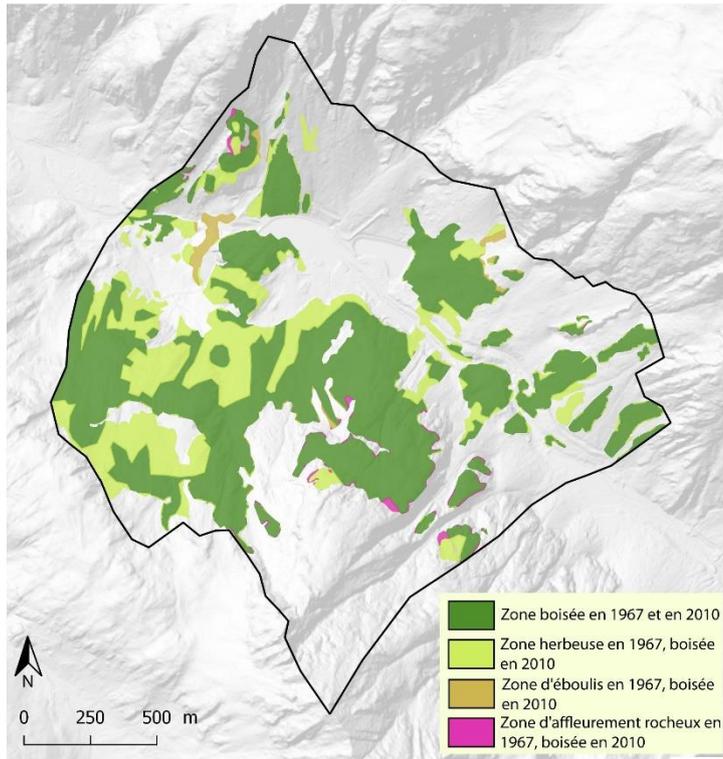
B36

Localisation des éboulis à Fionnay au cours du temps



B37

Reboisement à Fionnay de 1967 à 2010

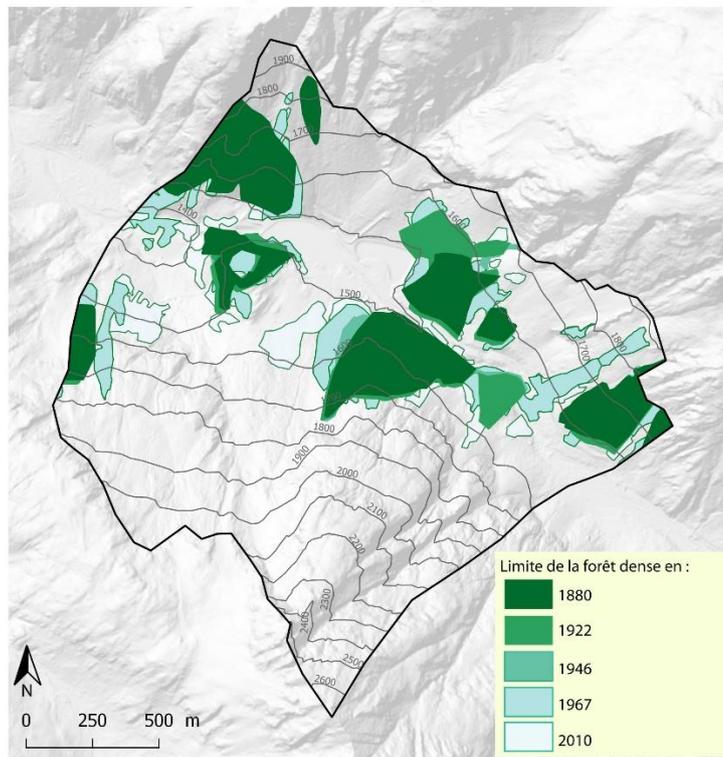


Source : Office fédéral de topographie

J.Emery, Lausanne, mai 2018

B38

Reboisement à Fionnay de 1880 à 2010 pour les aires de forêts denses

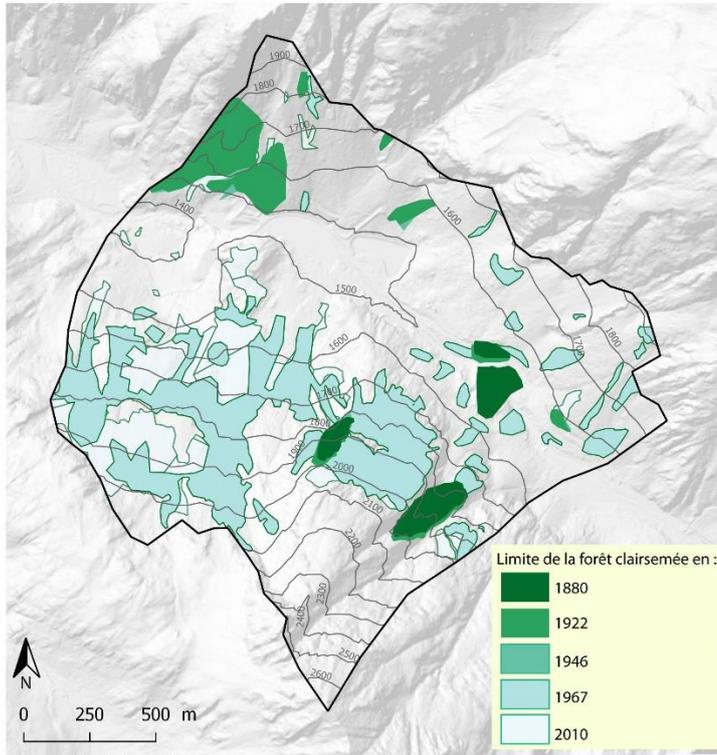


Source : Office fédéral de topographie

J.Emery, Lausanne, mai 2018

B39

Reboisement à Fionnay de 1880 à 2010 pour les aires de forêts clairsemées

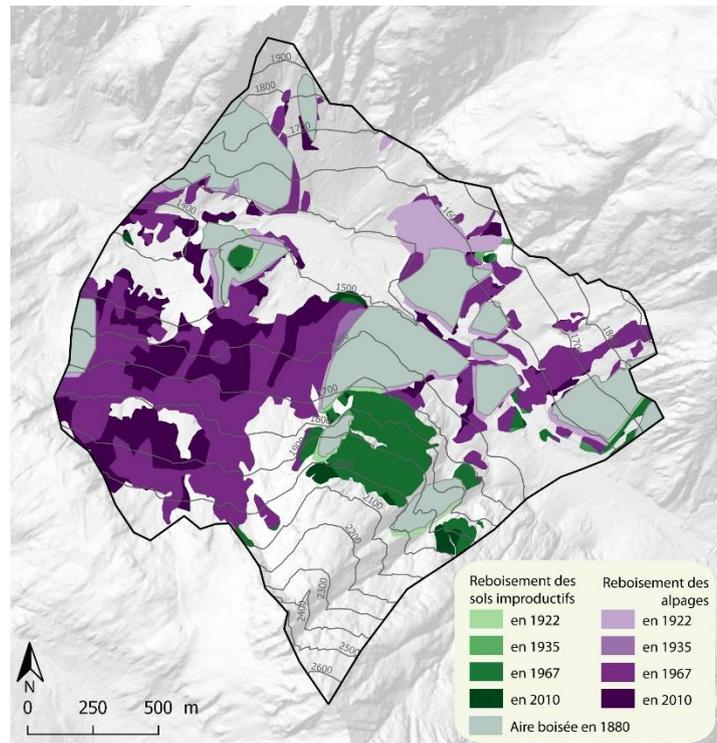


Source : Office fédéral de topographie

J.Emery, Lausanne, mai 2018

B40

Reboisement à Fionnay de 1880 à 2010 en distinguant les anciens alpages ou pâturages et anciennes surfaces herbeuses improductives



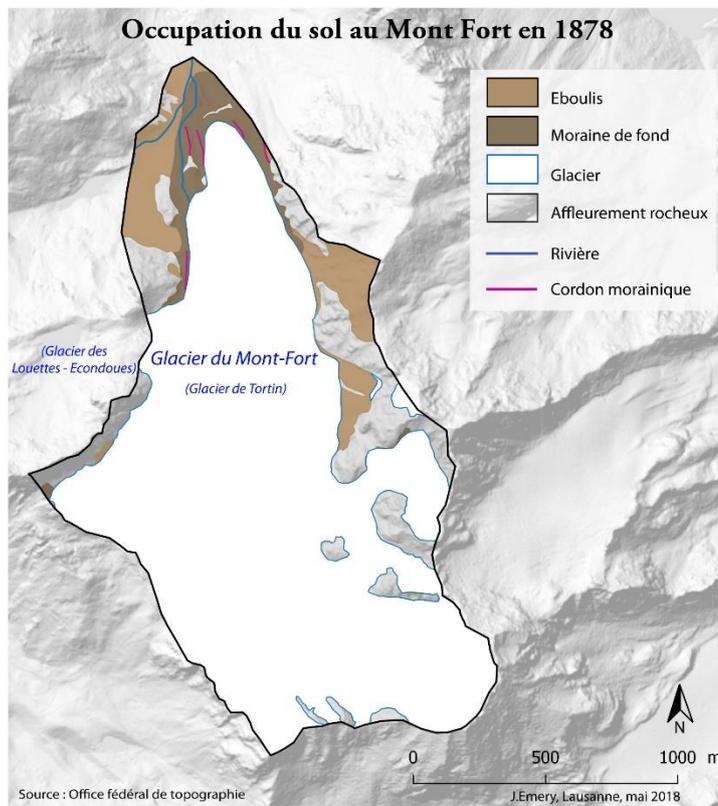
Source : Office fédéral de topographie

J.Emery, Lausanne, mai 2018

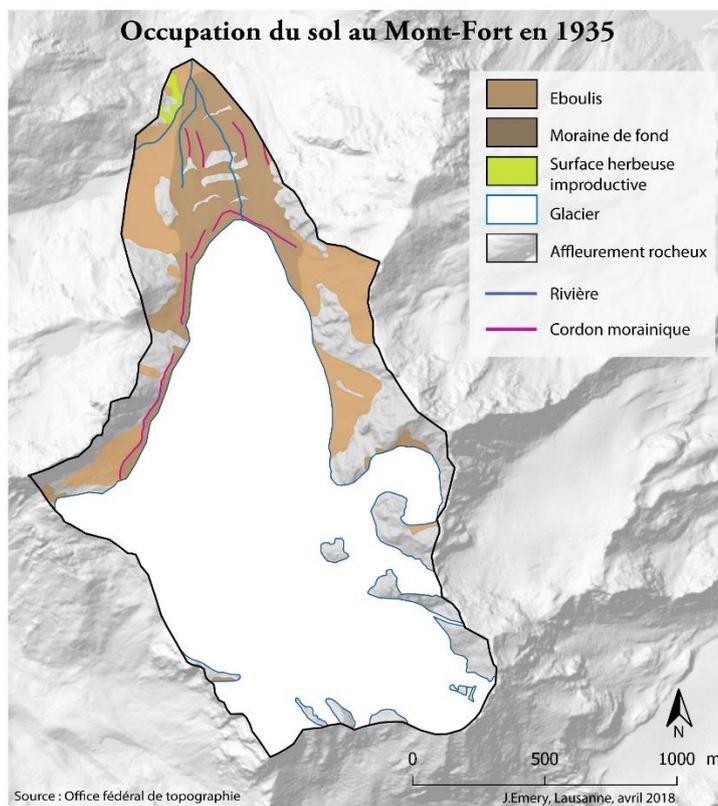
8.3. Secteur du Mont-Fort

8.3.1. Cartes synchroniques :

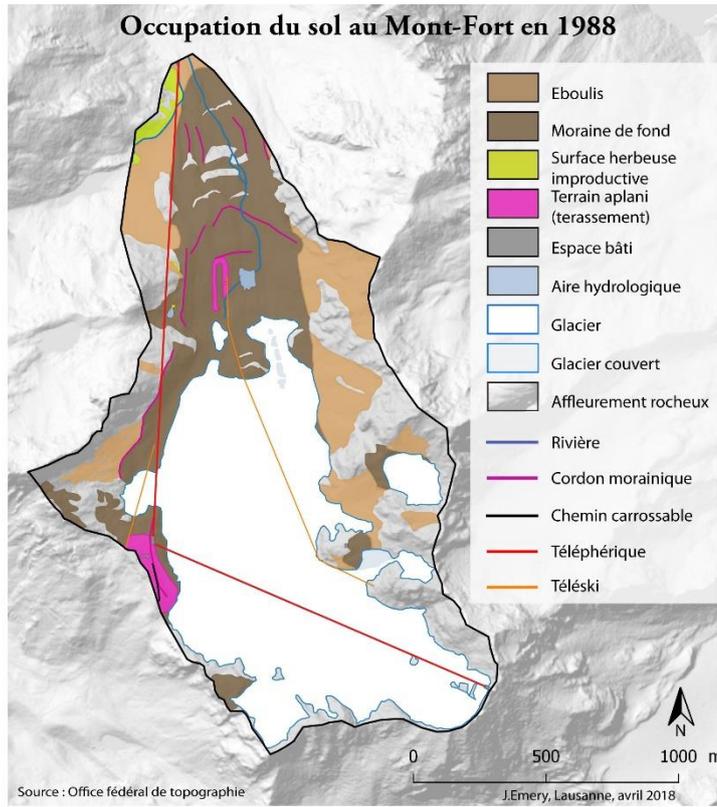
C01



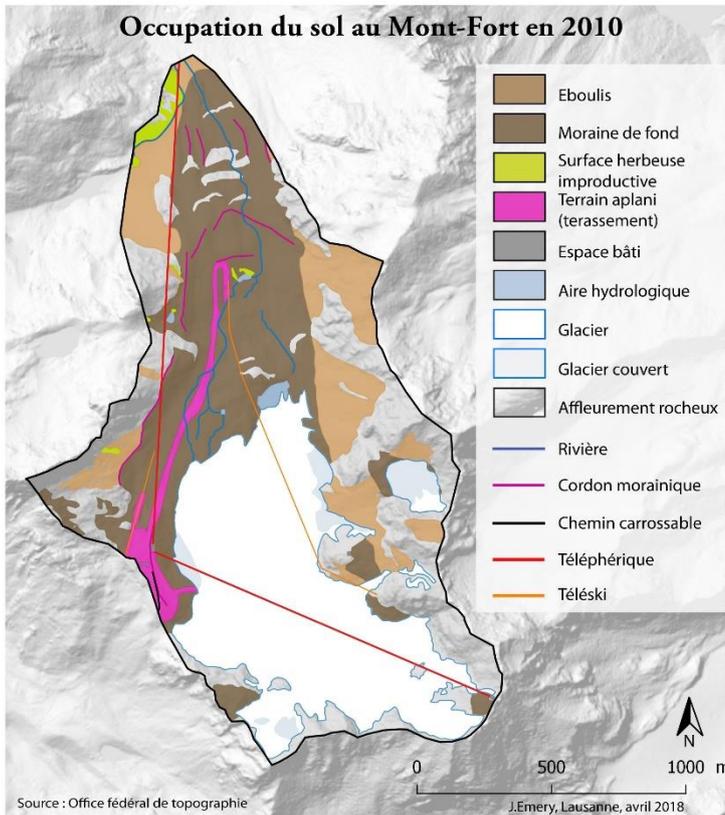
C02



C03



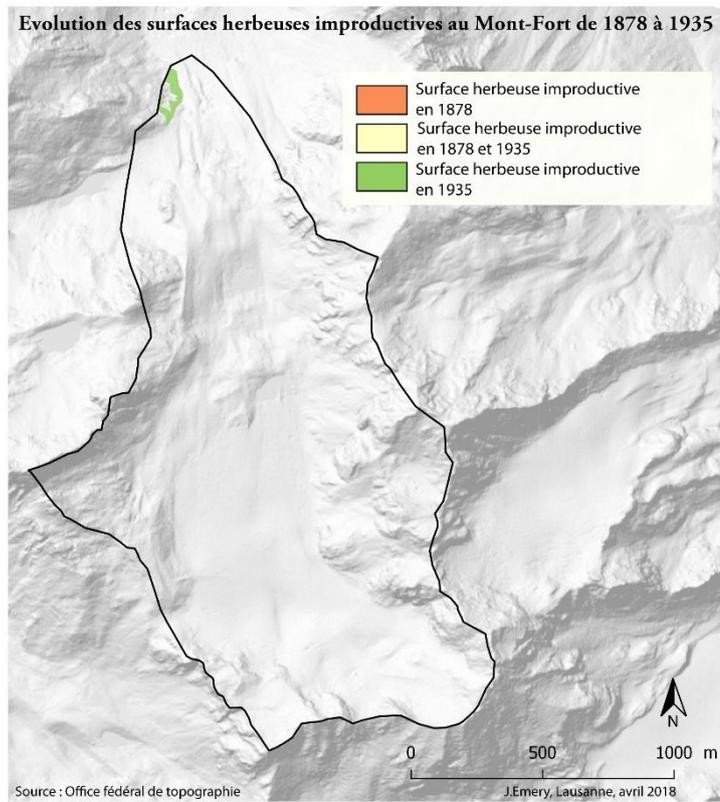
C04



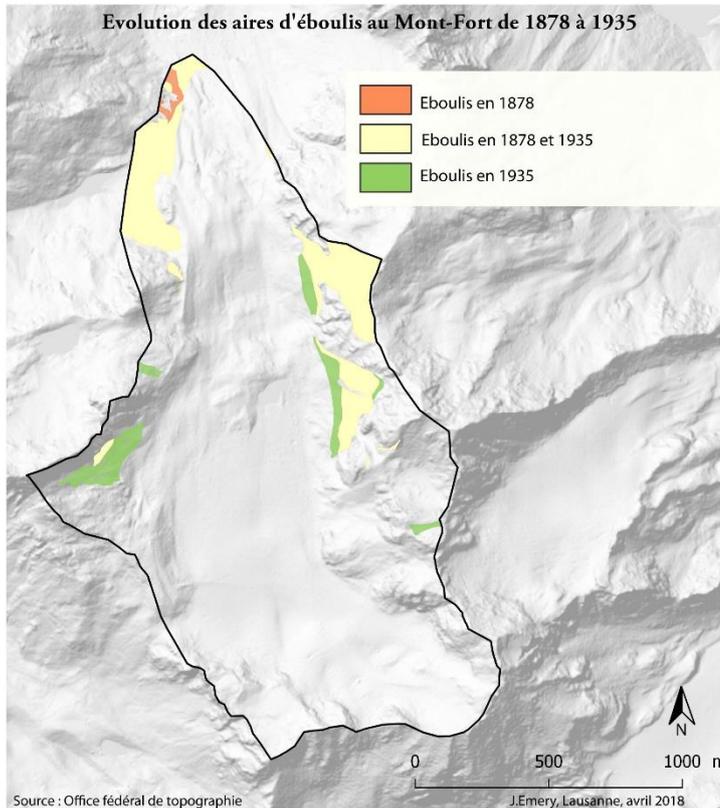
8.3.2. Cartes diachroniques :

1878 – 1935

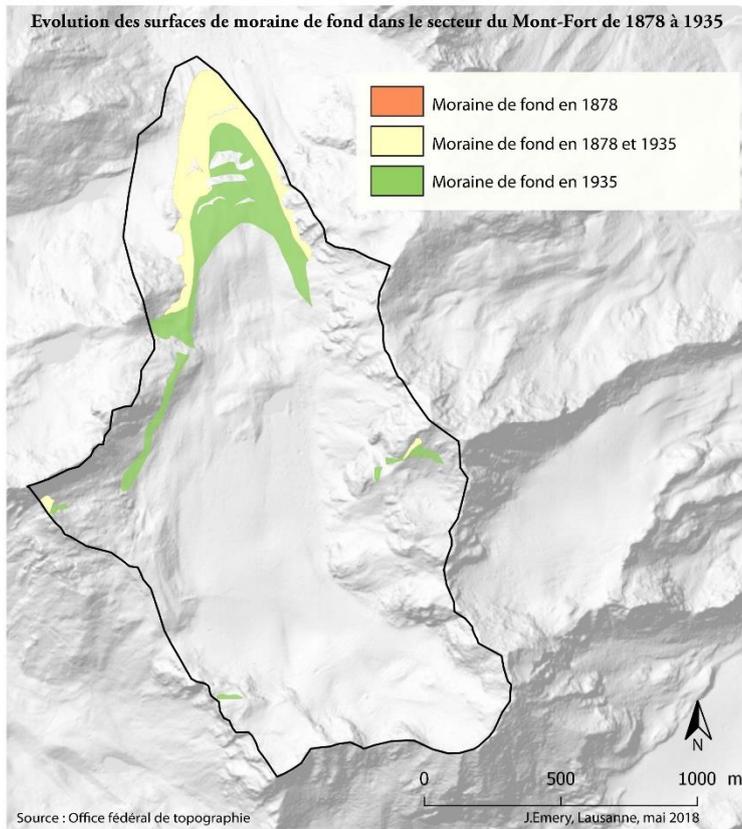
C05



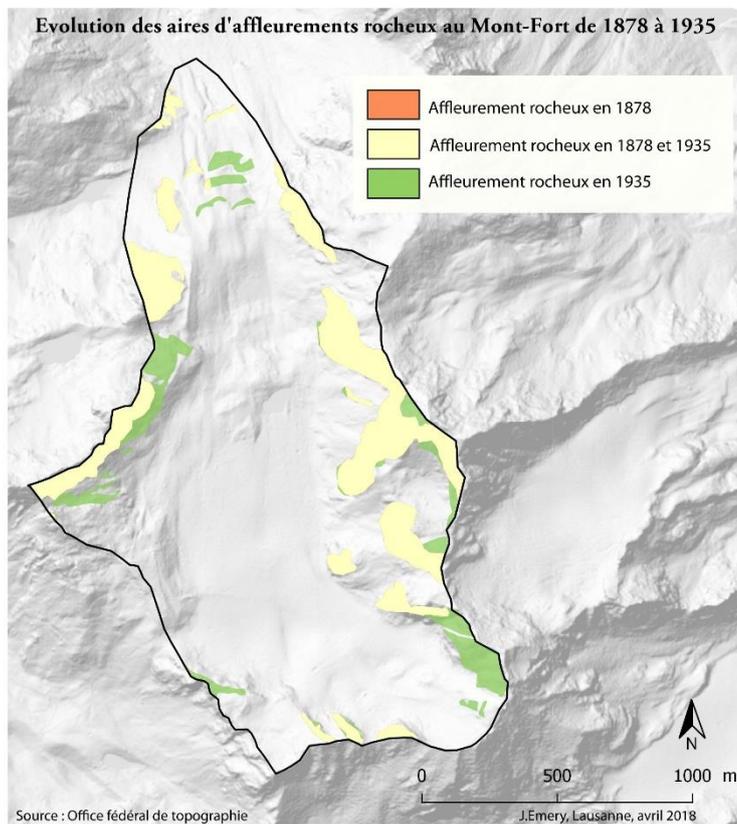
C06



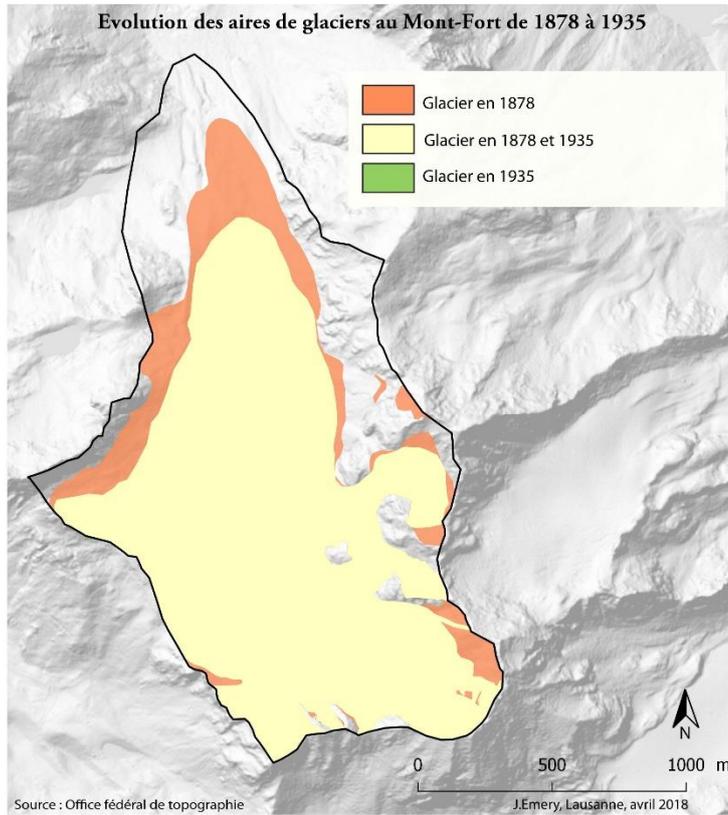
C07



C08

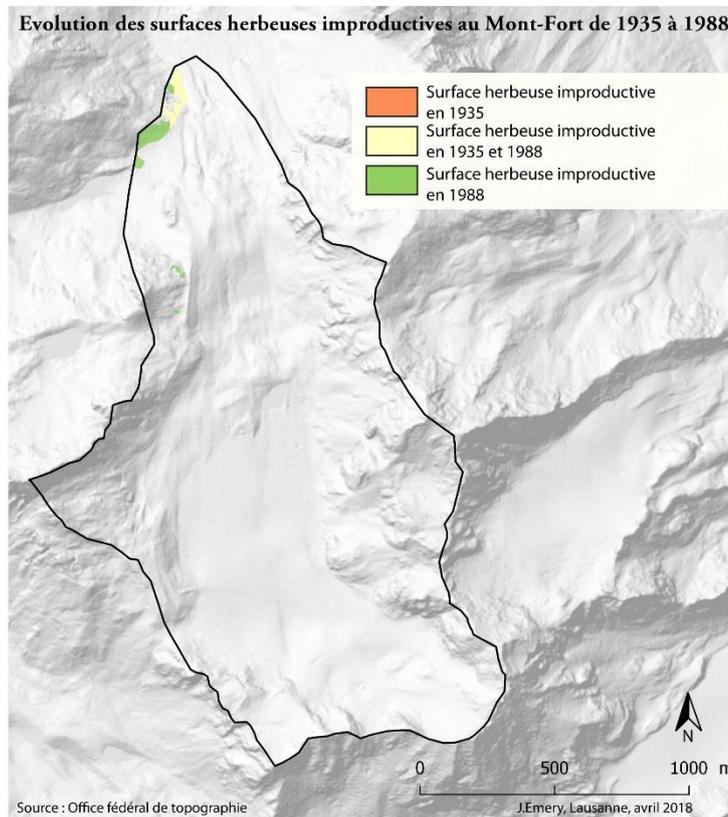


C09

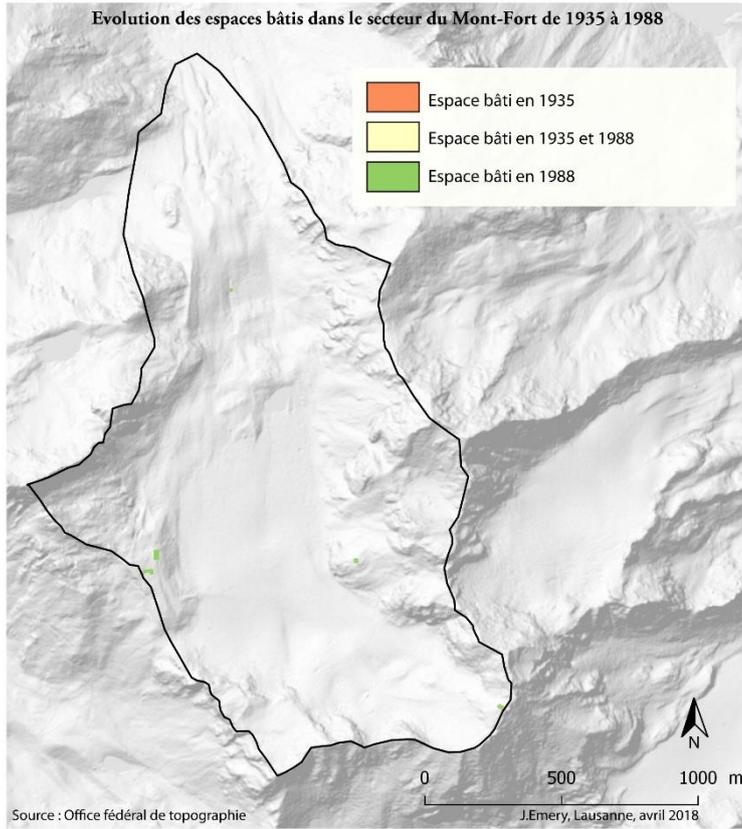


1935 – 1988

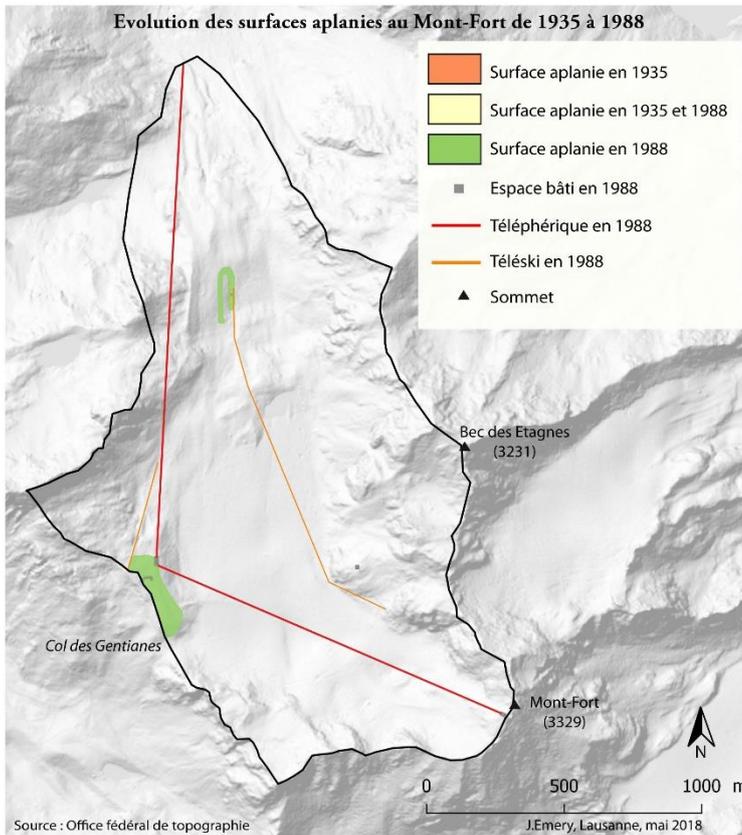
C10



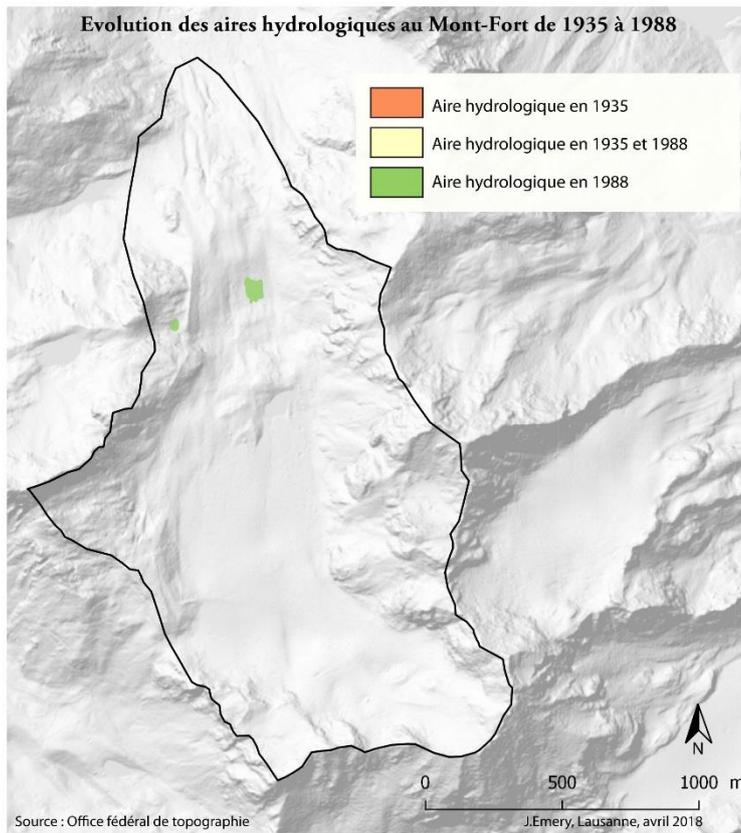
C11



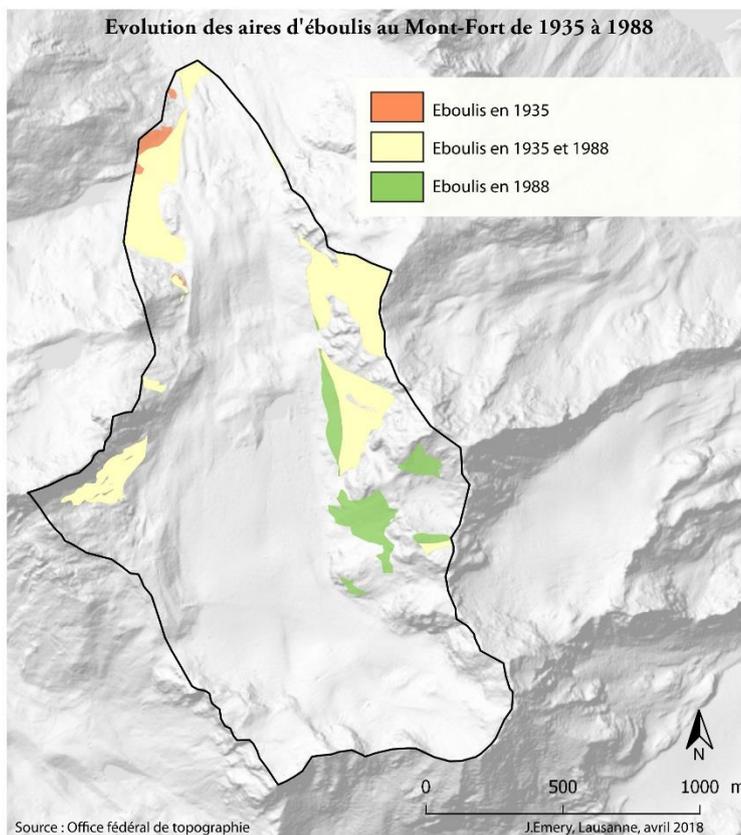
C12



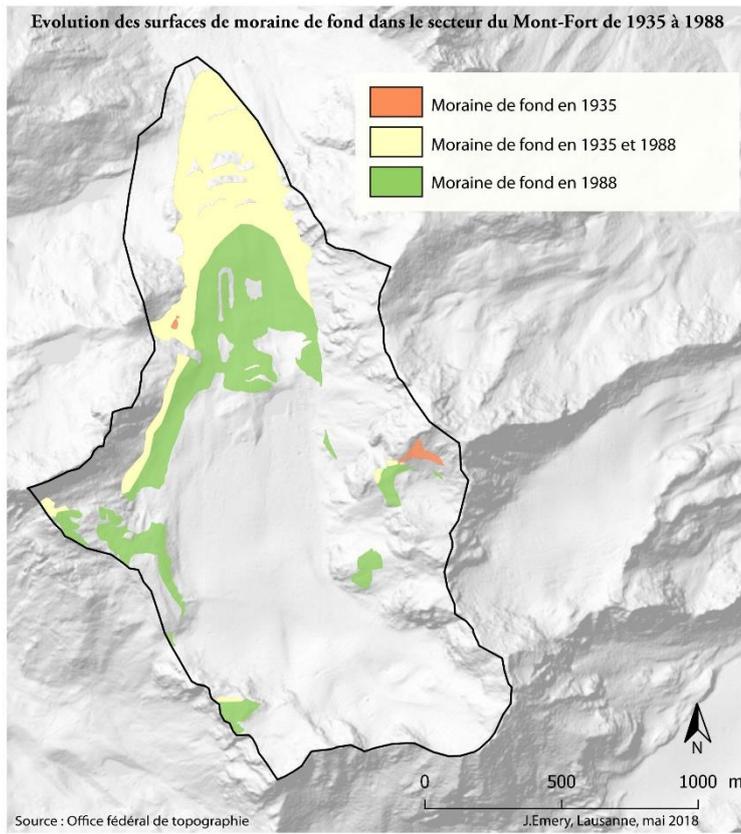
C13



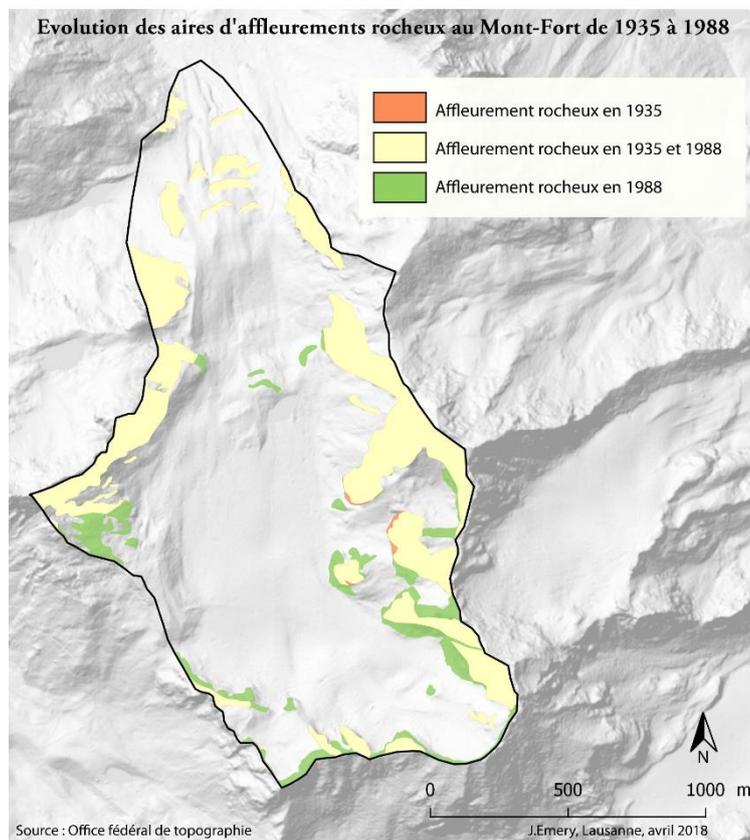
C14



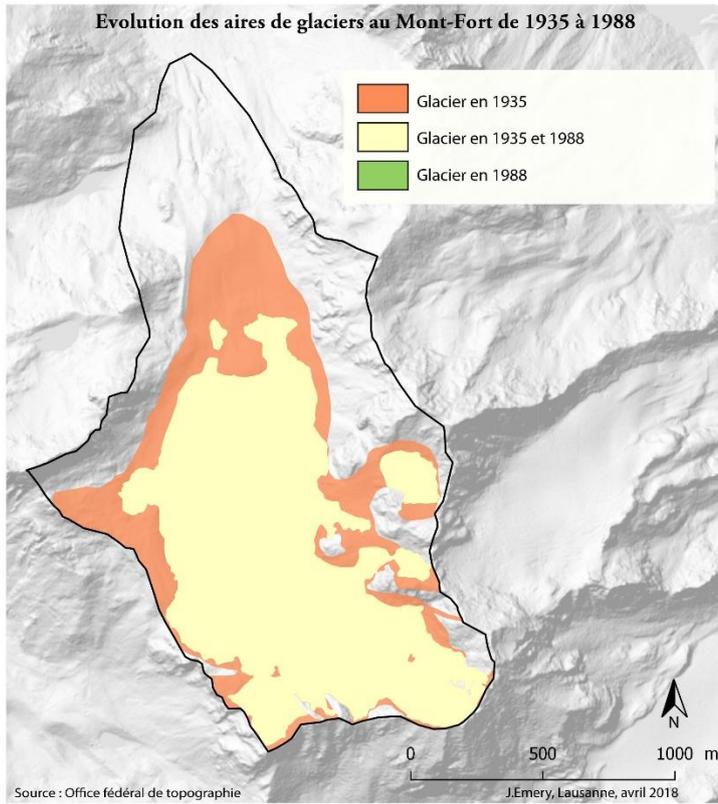
C15



C16

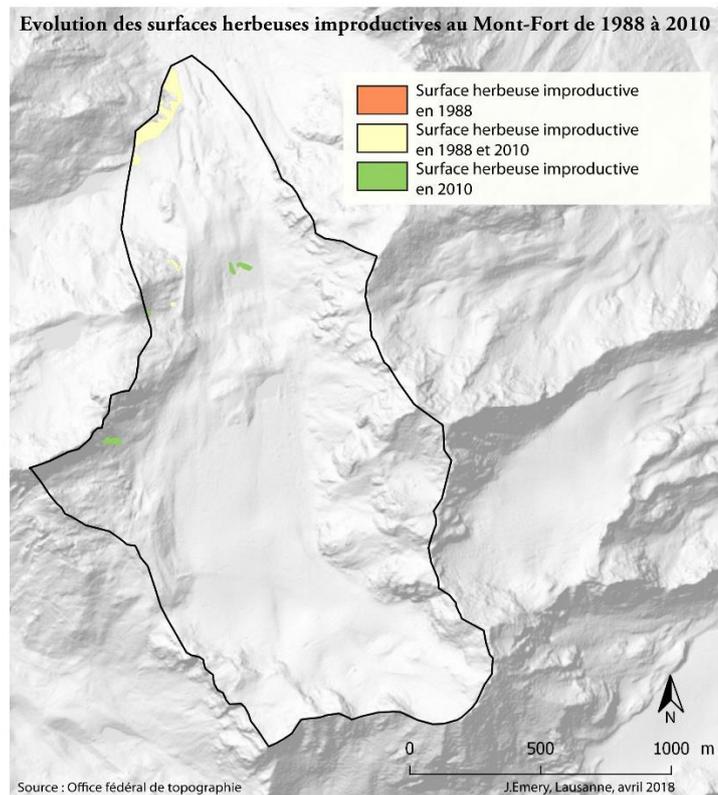


C17

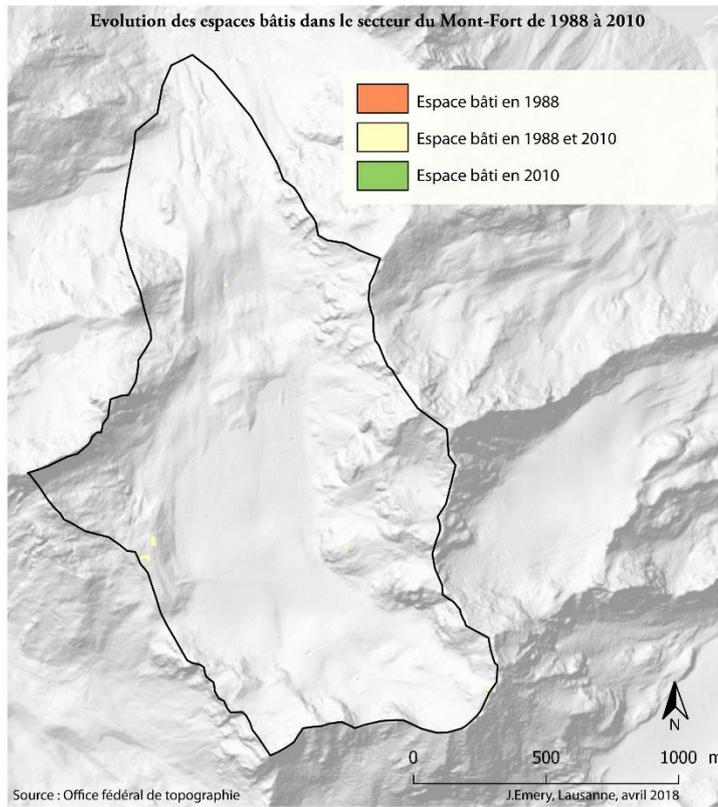


1988 – 2010

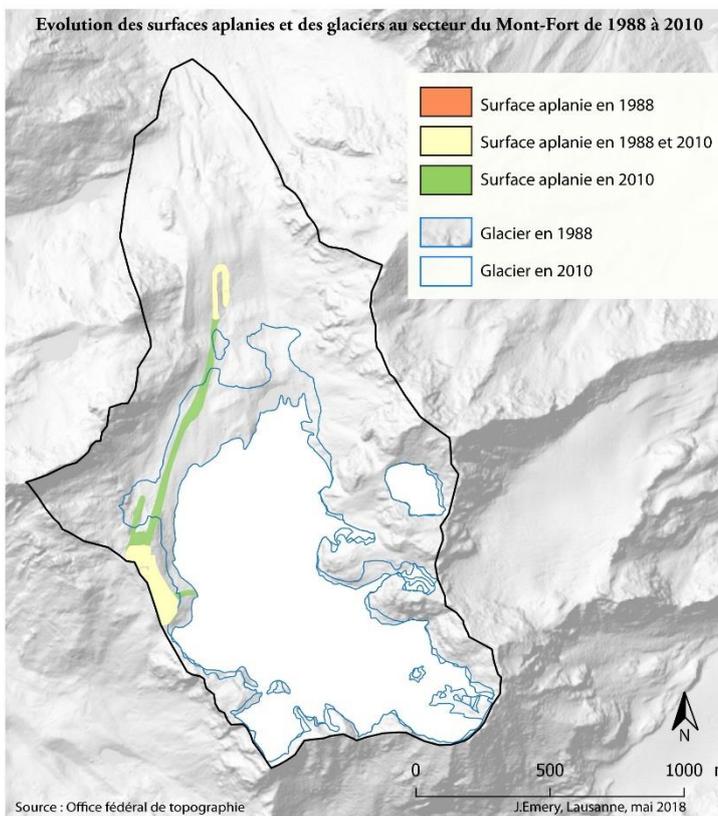
C18



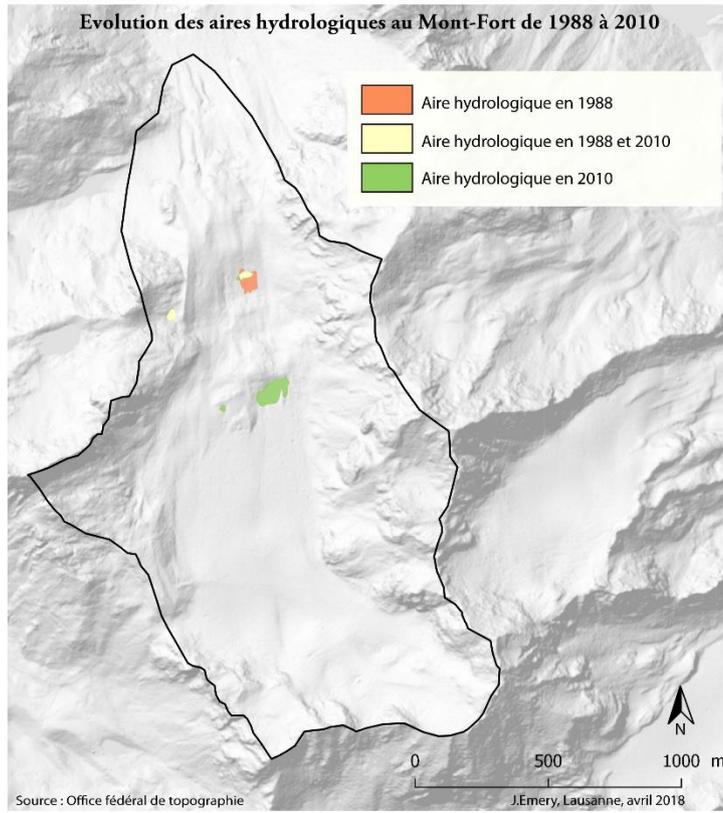
C19



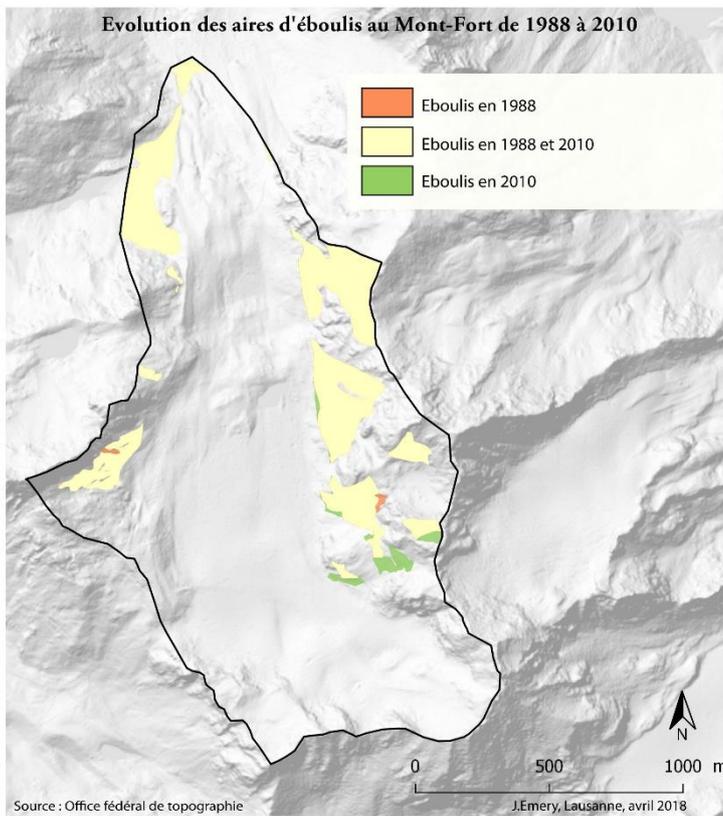
C20



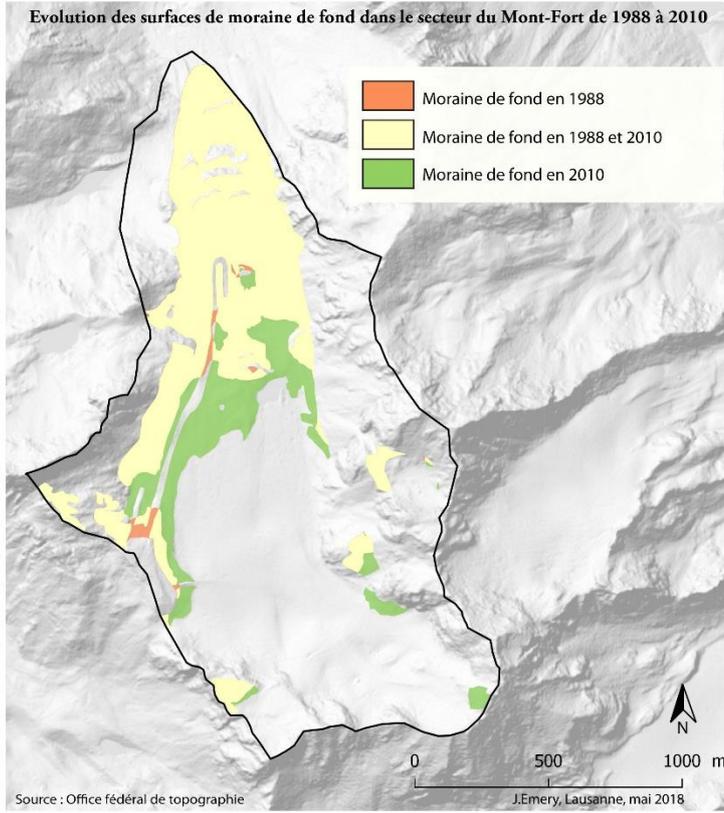
C21



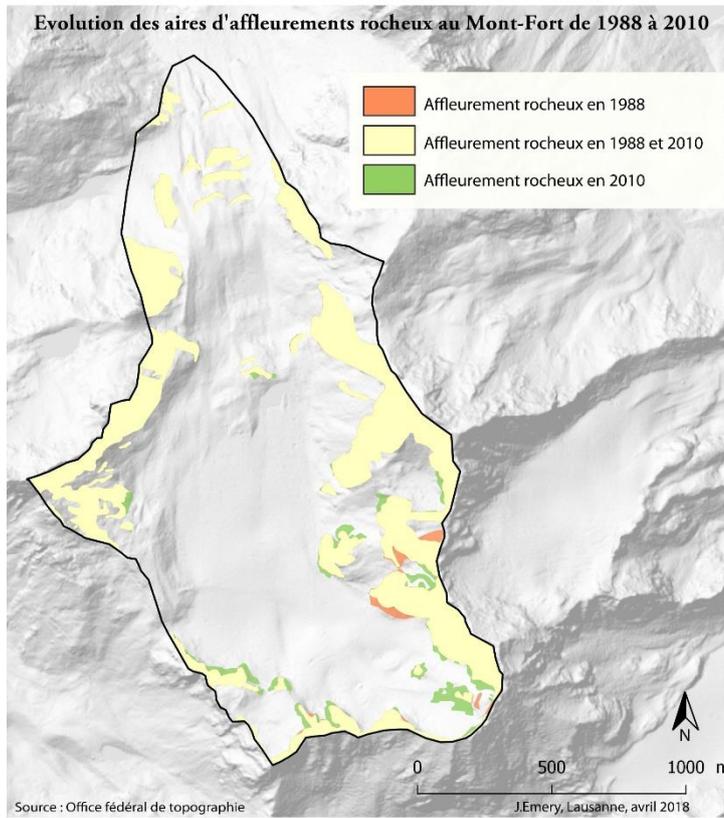
C22



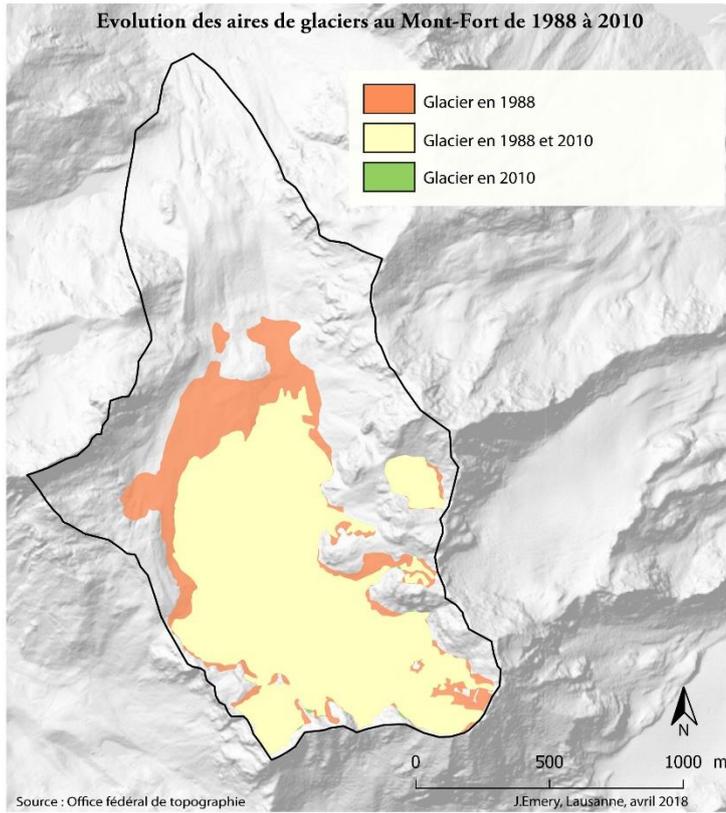
C23



C24

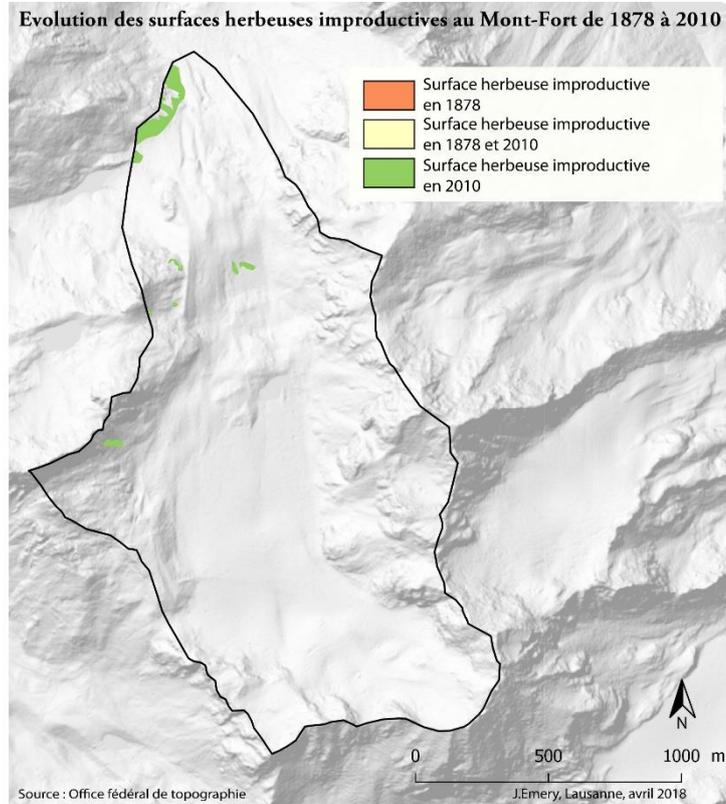


C25

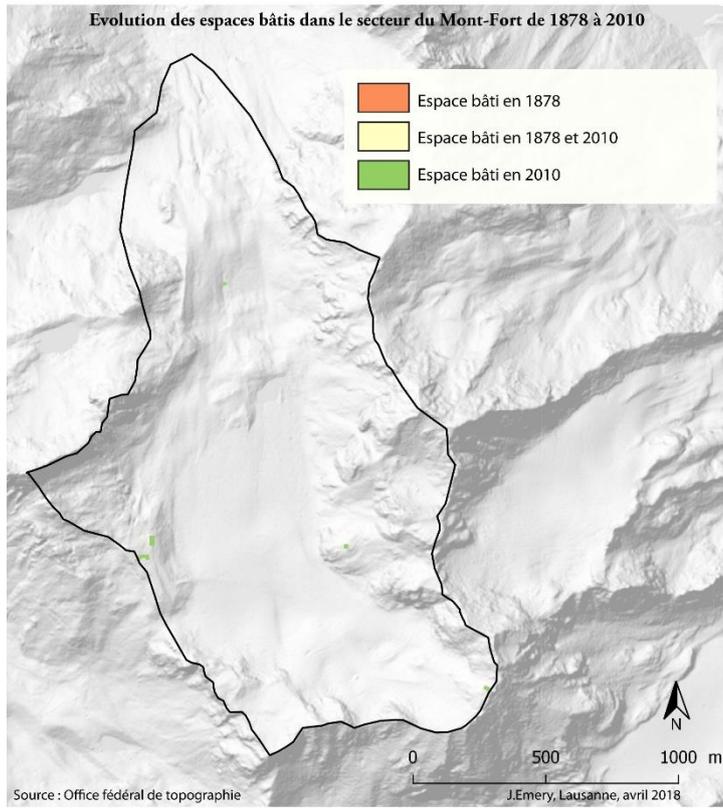


1878 – 2010

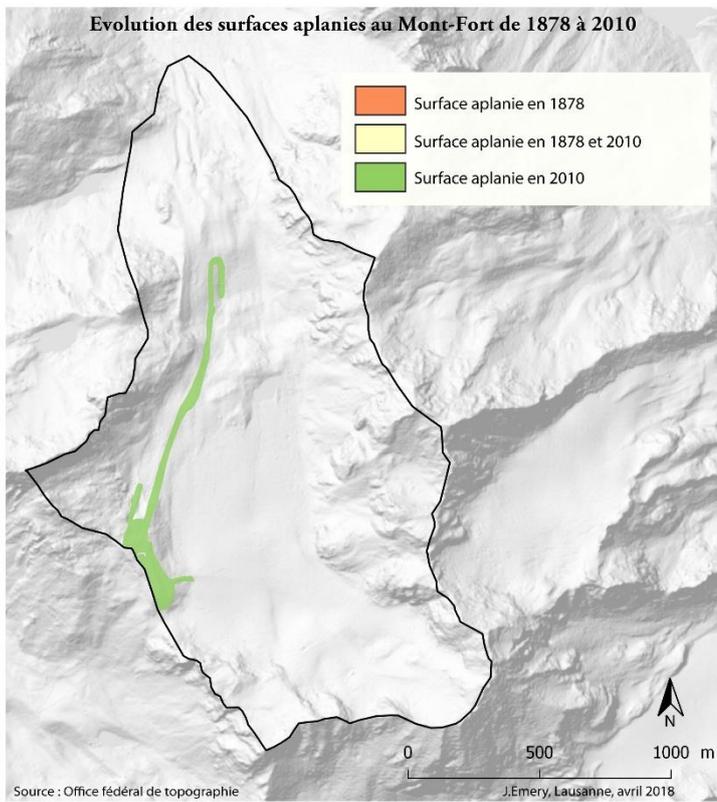
C26



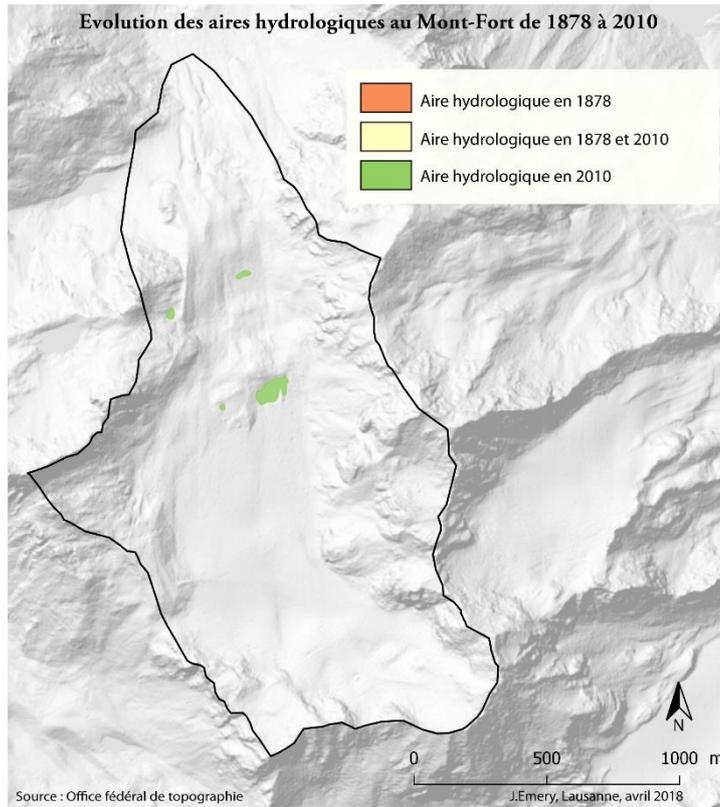
C27



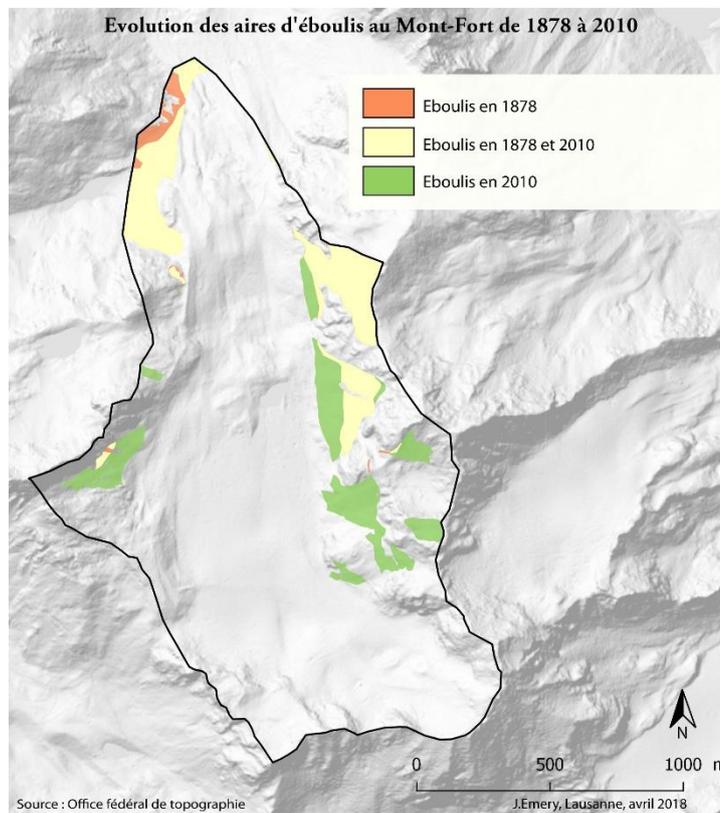
C28



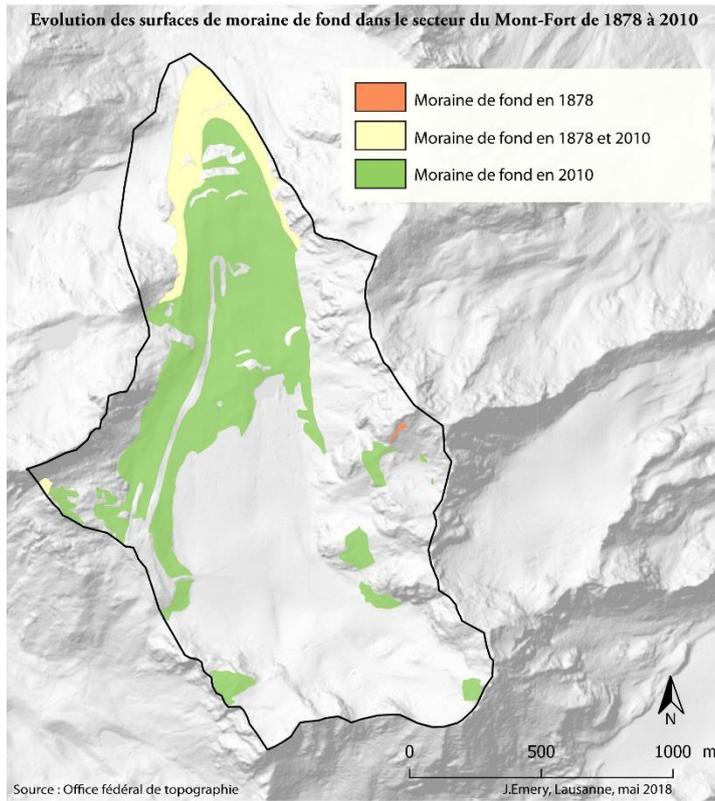
C29



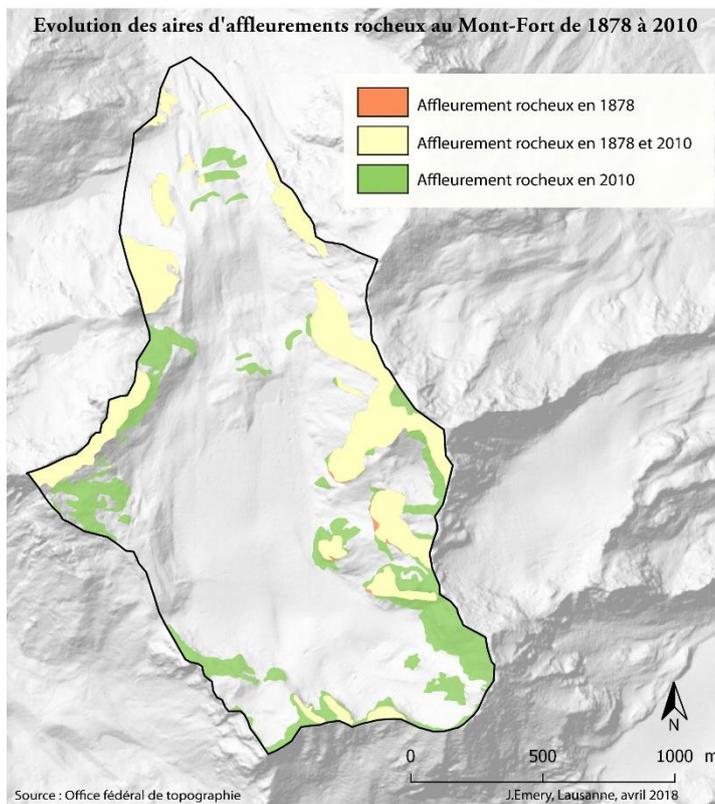
C30



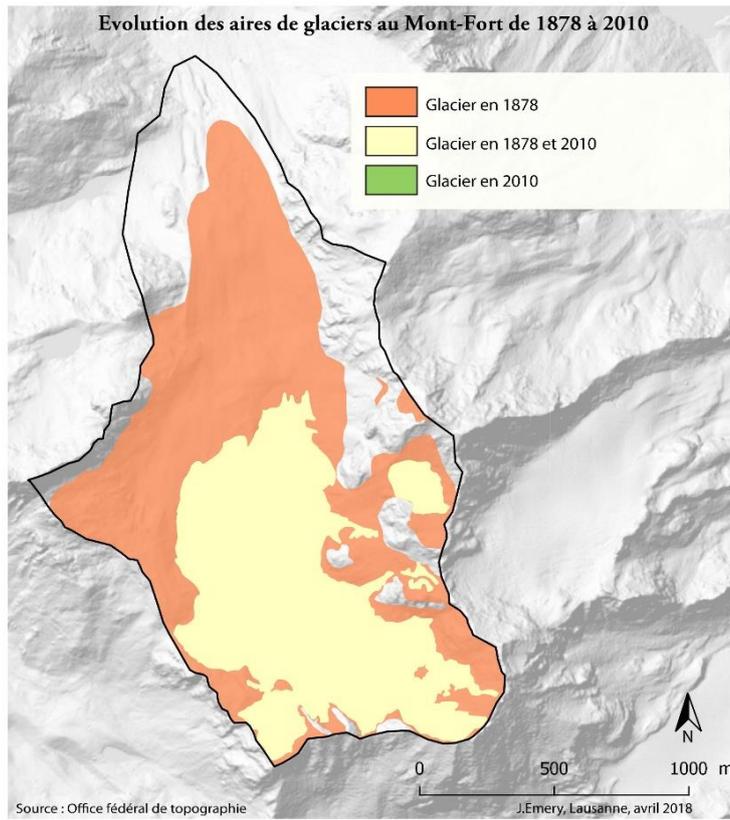
C31



C32

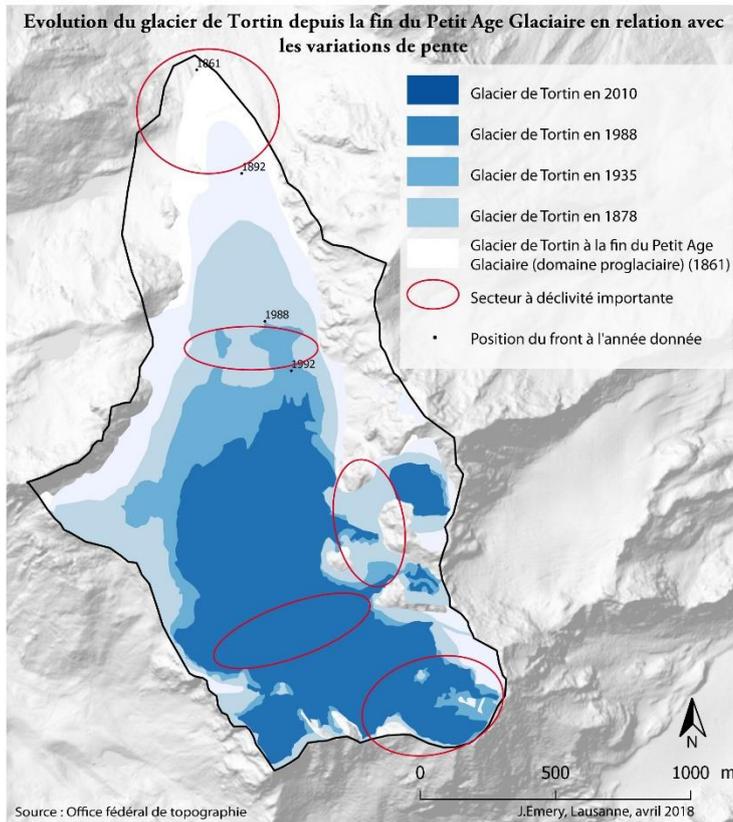


C33

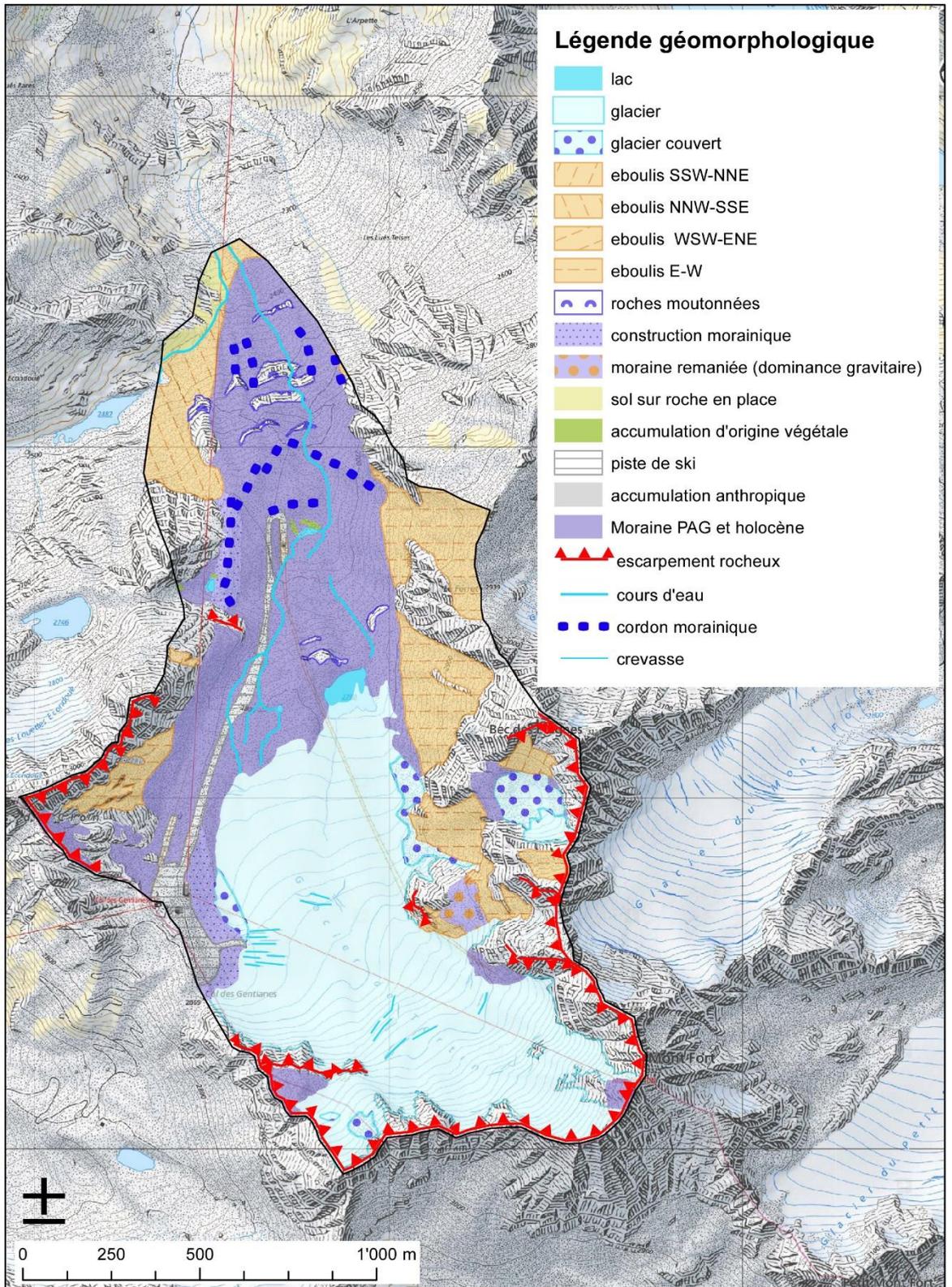


8.3.3. Autre :

C34



Le Mont-Fort



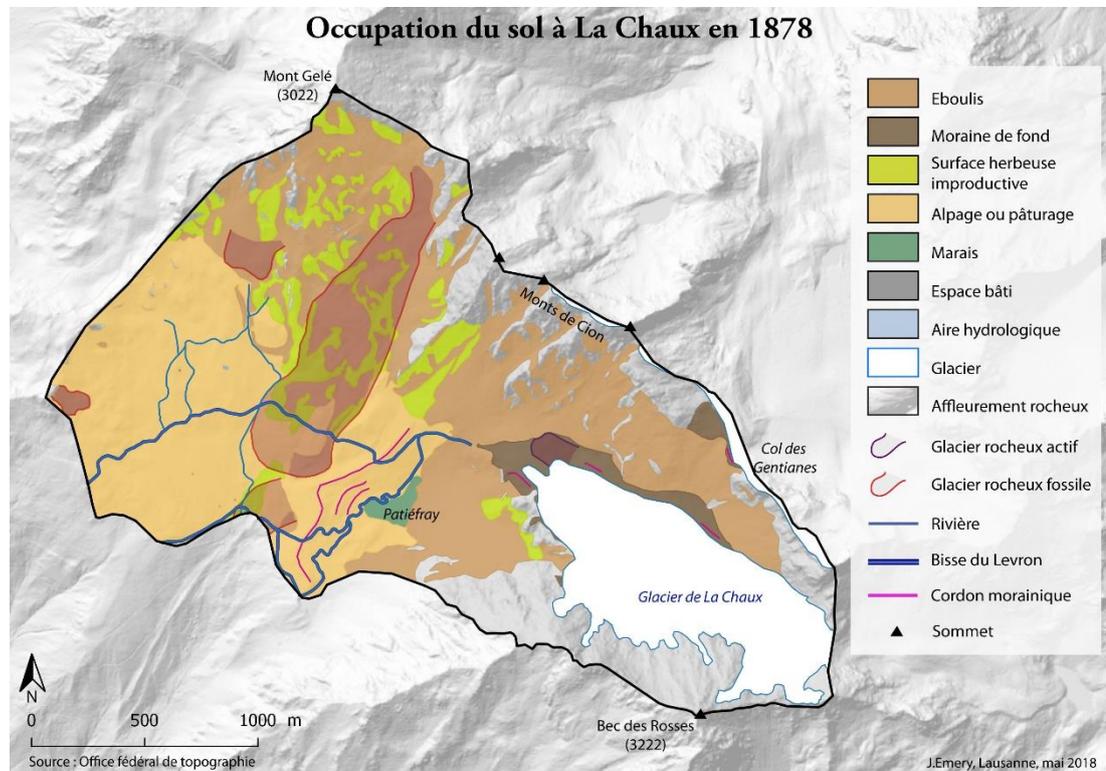
Source : Office fédéral de topographie

J.Emery, avril 2018

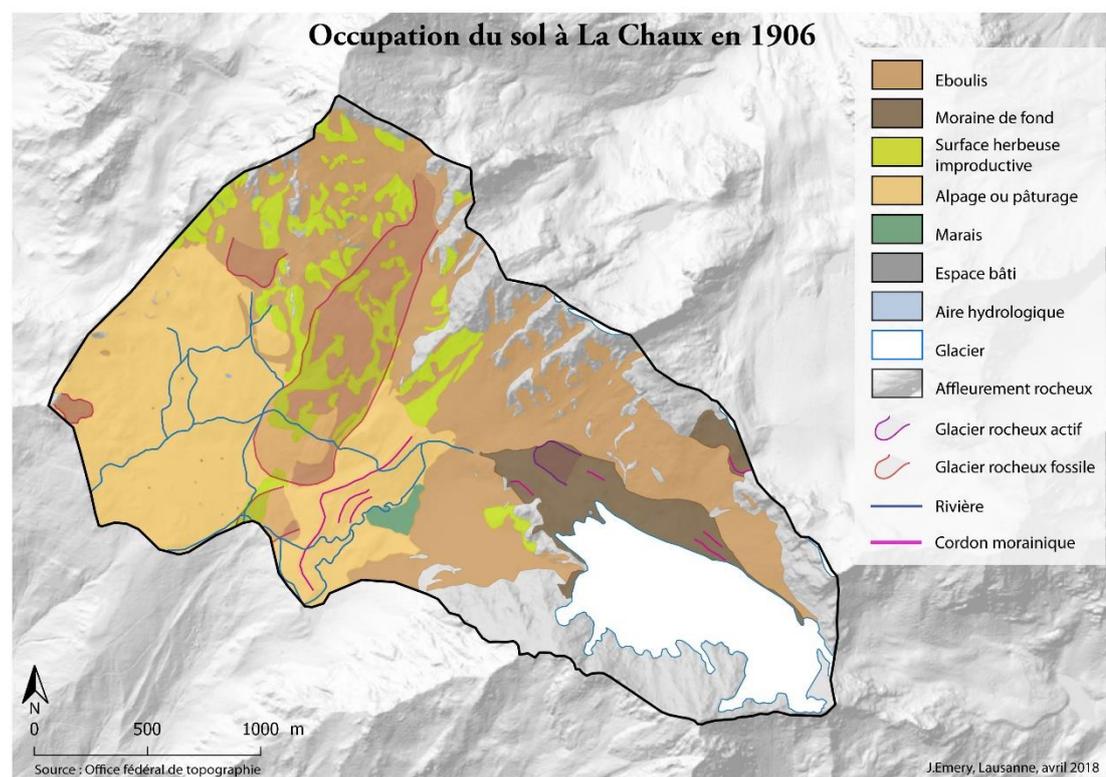
8.4. Secteur de La Chaux

8.4.1. Cartes synchroniques :

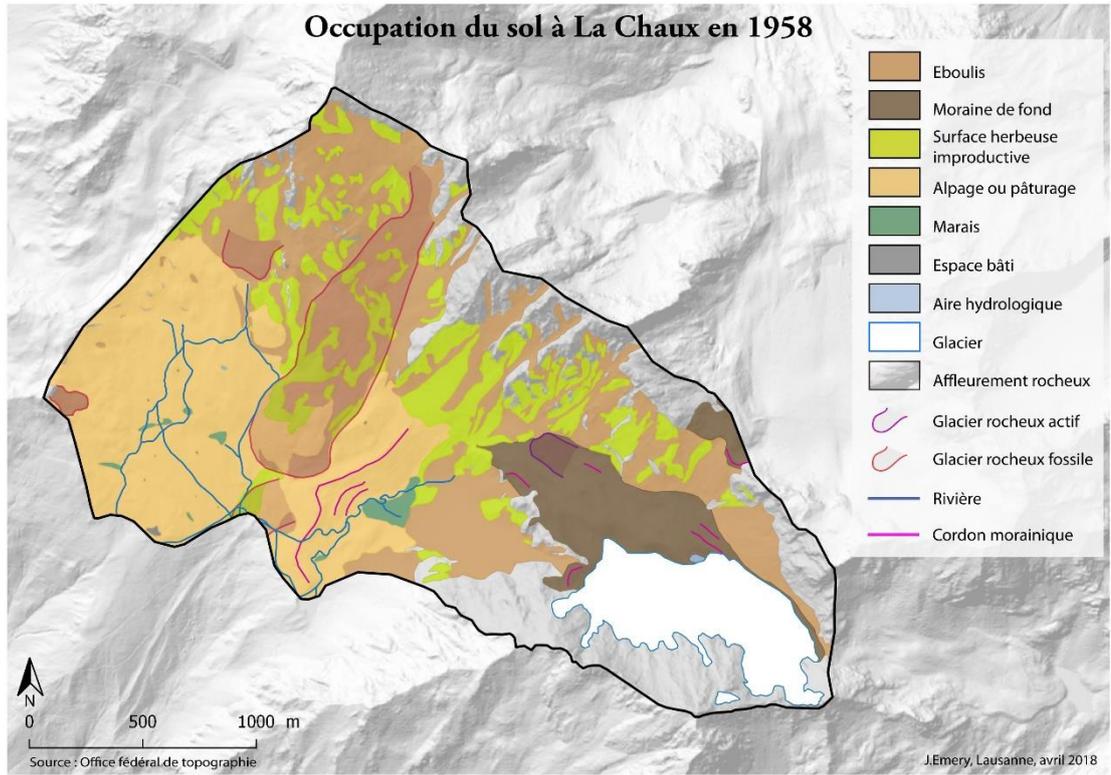
D01



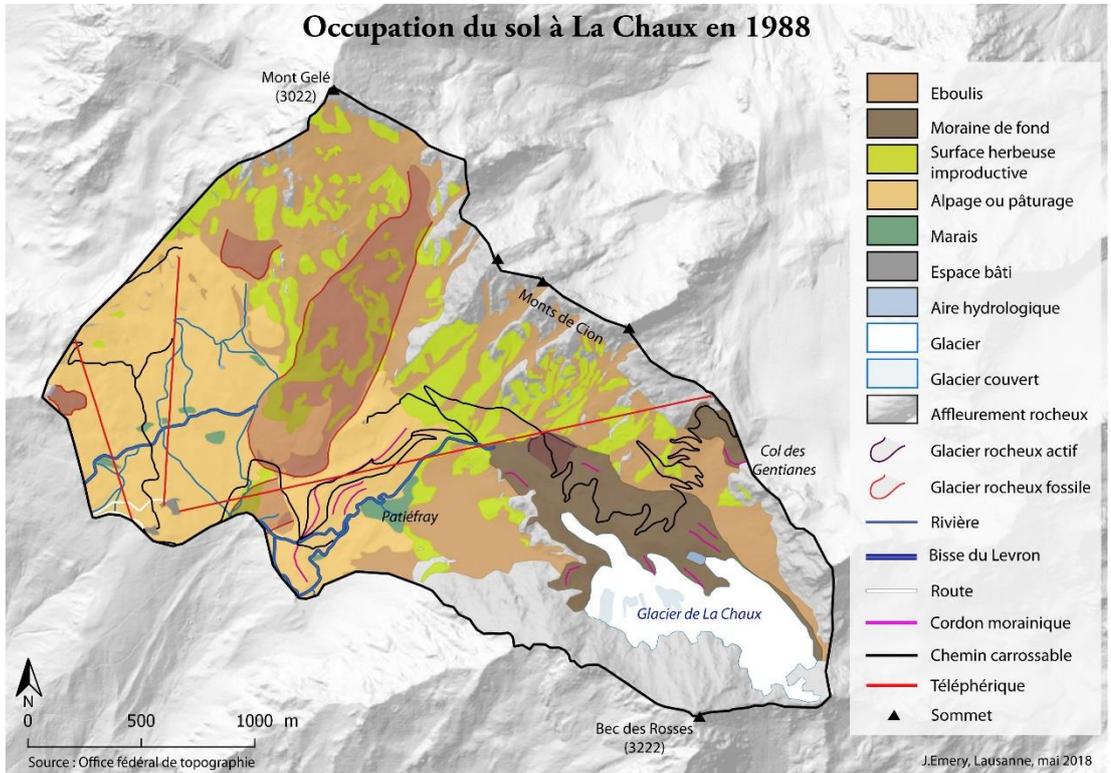
D02



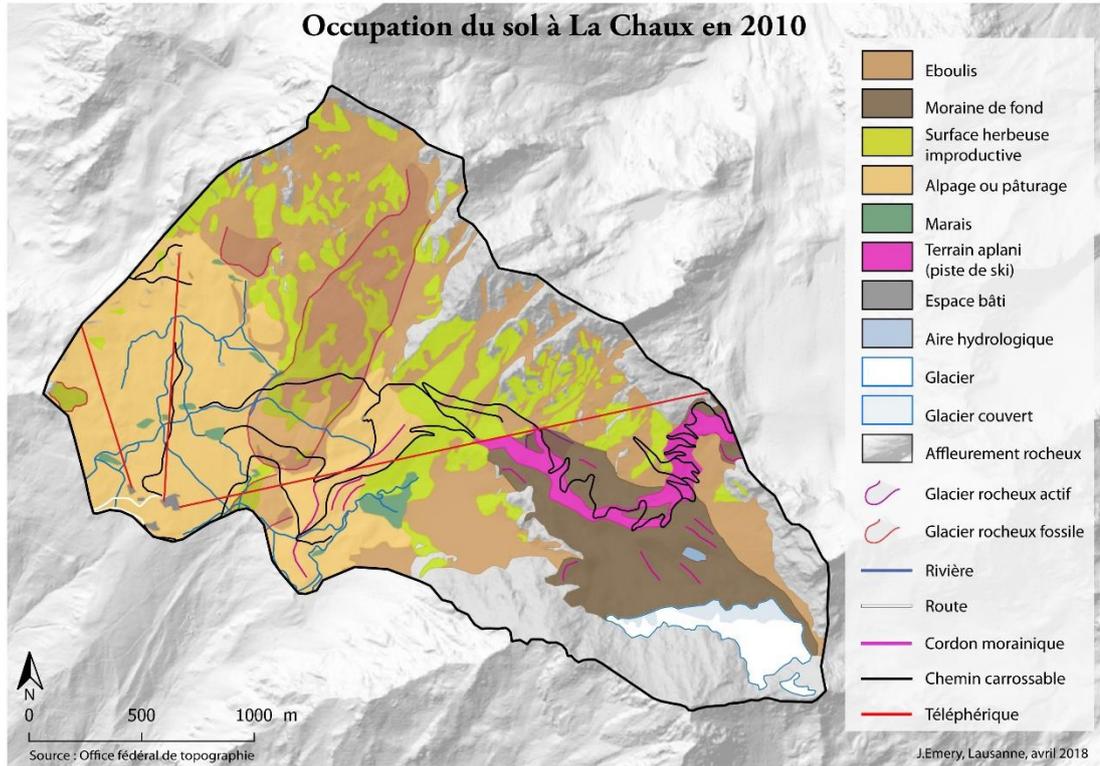
D03



D04



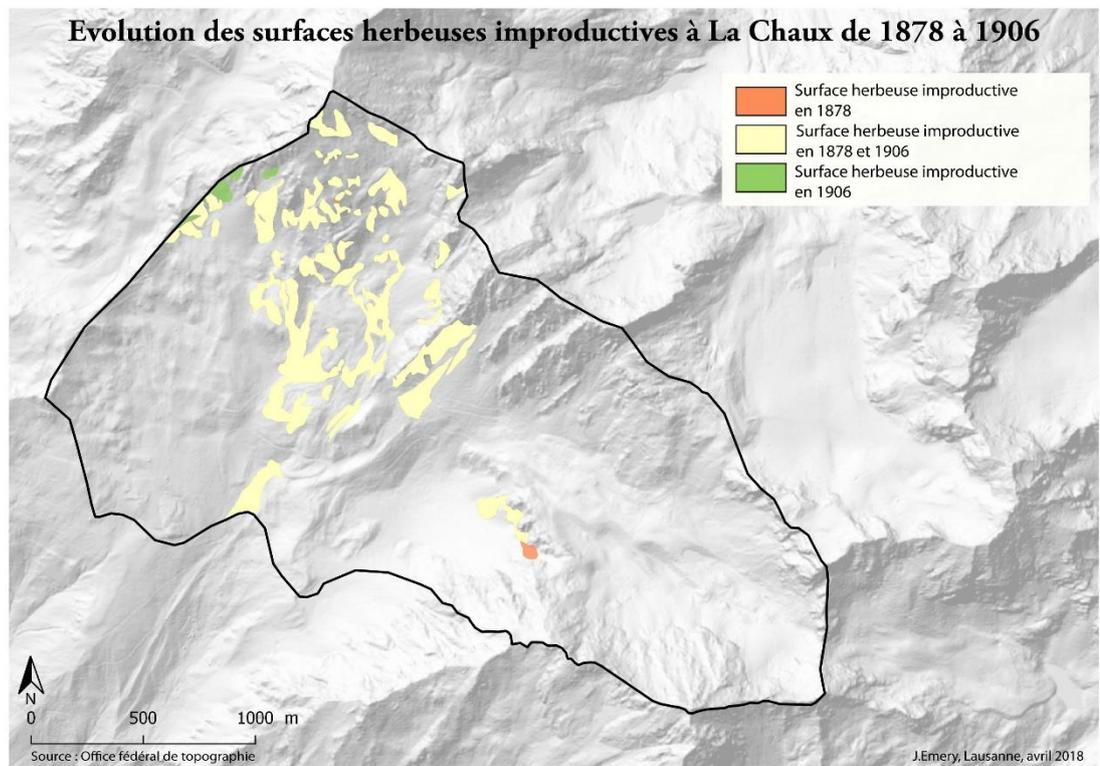
D05



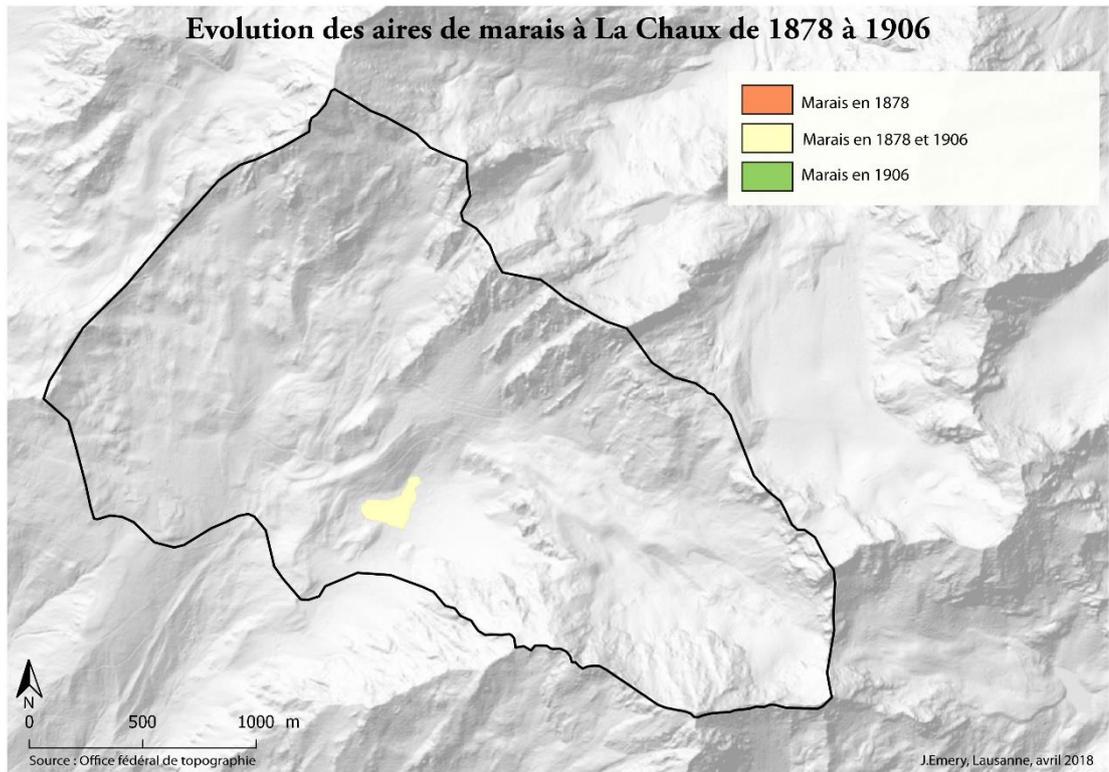
8.4.2. Cartes diachroniques :

1878 – 1906

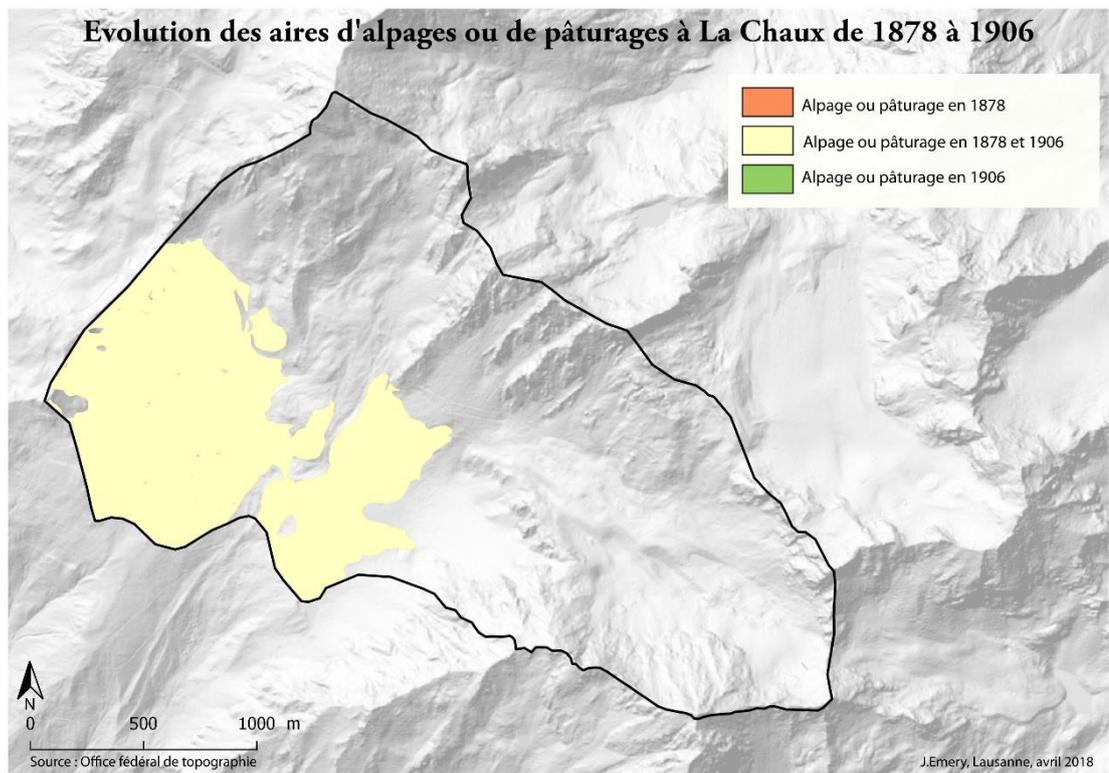
D06



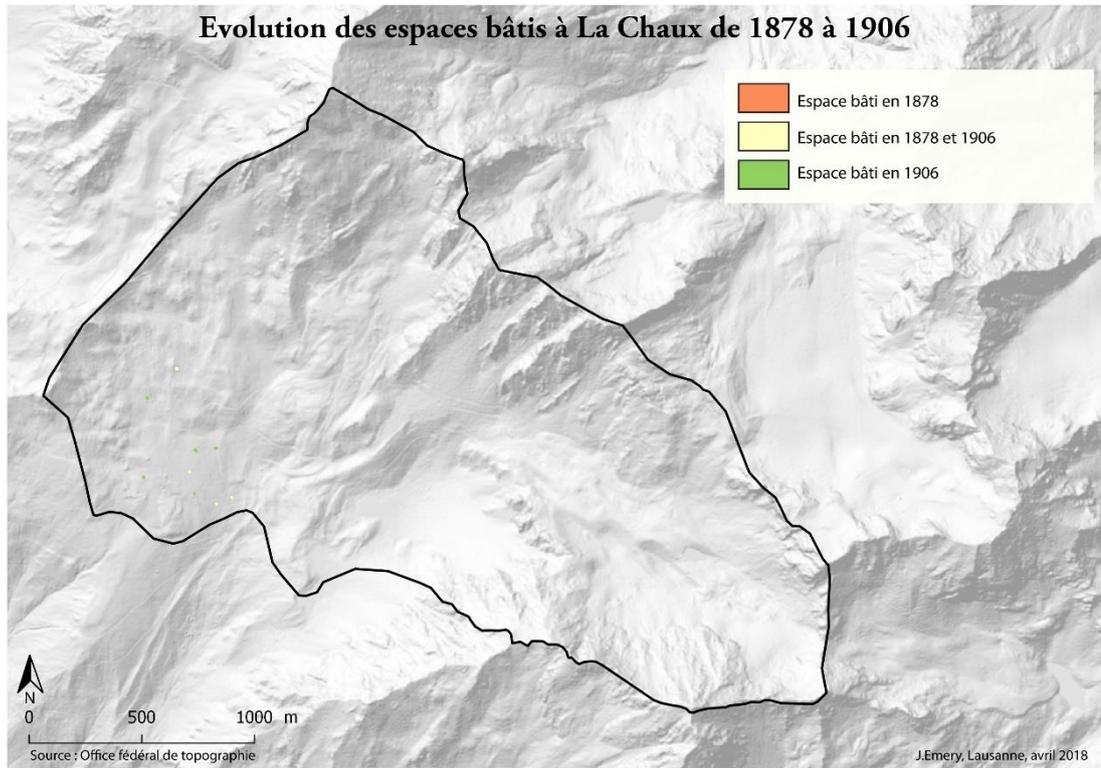
D07



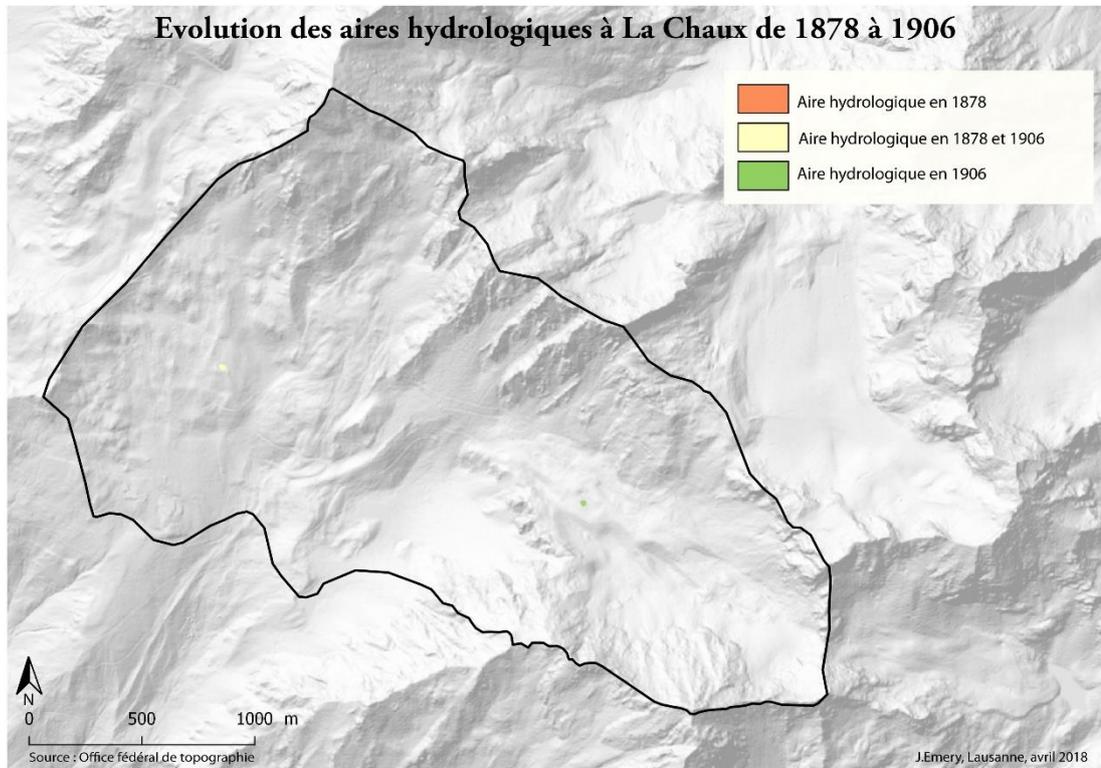
D08



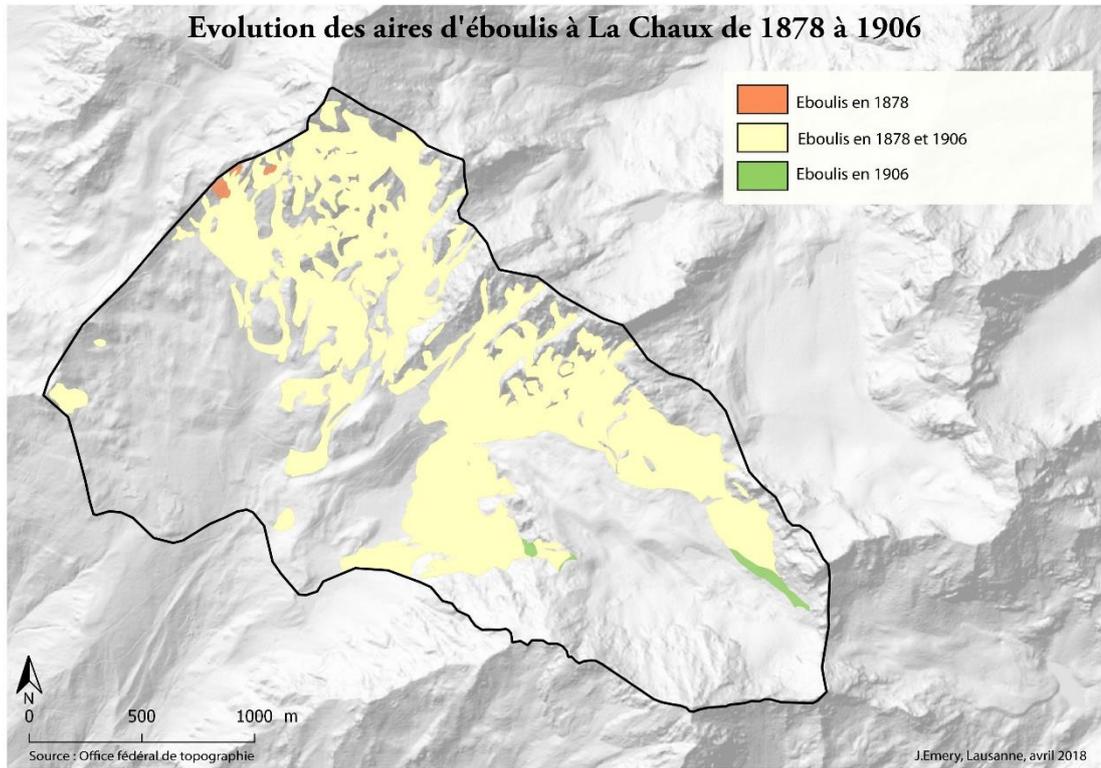
D09



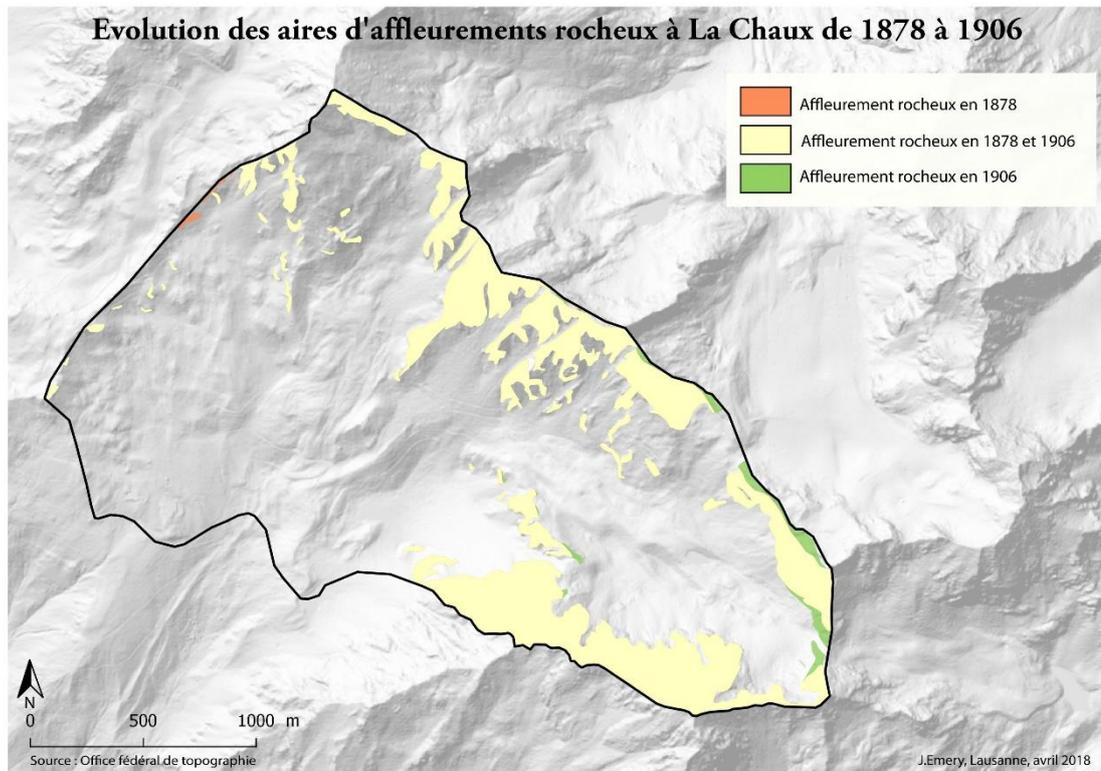
D10



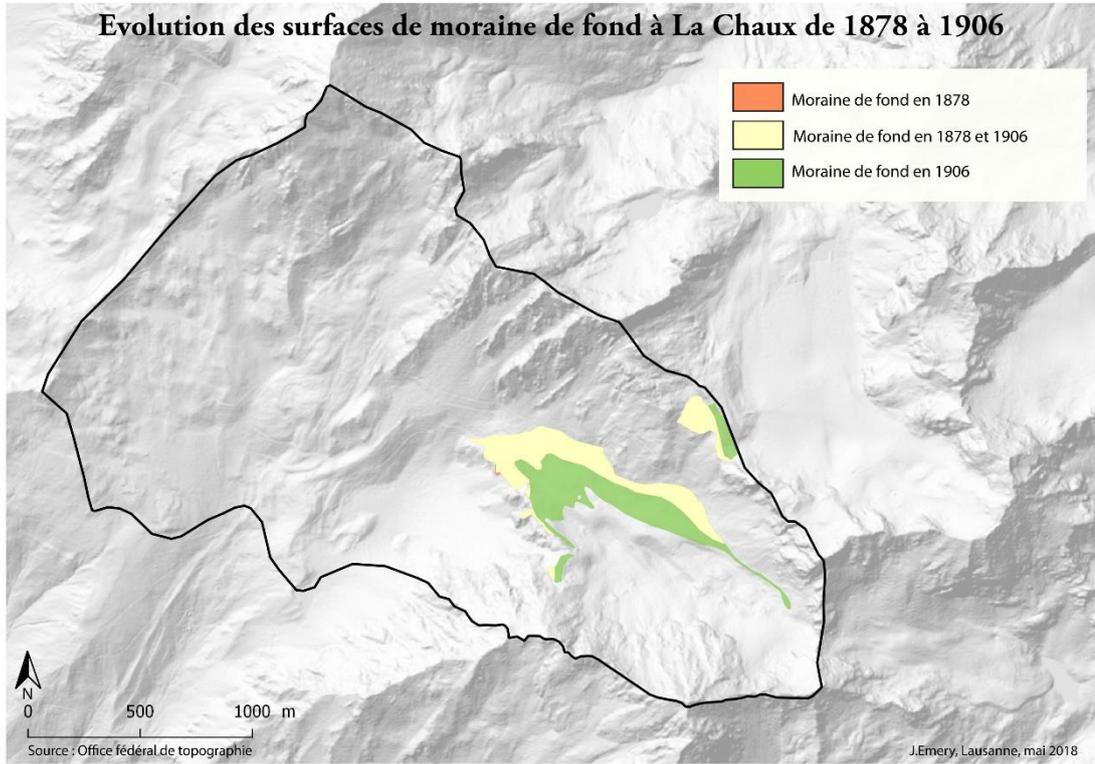
D11



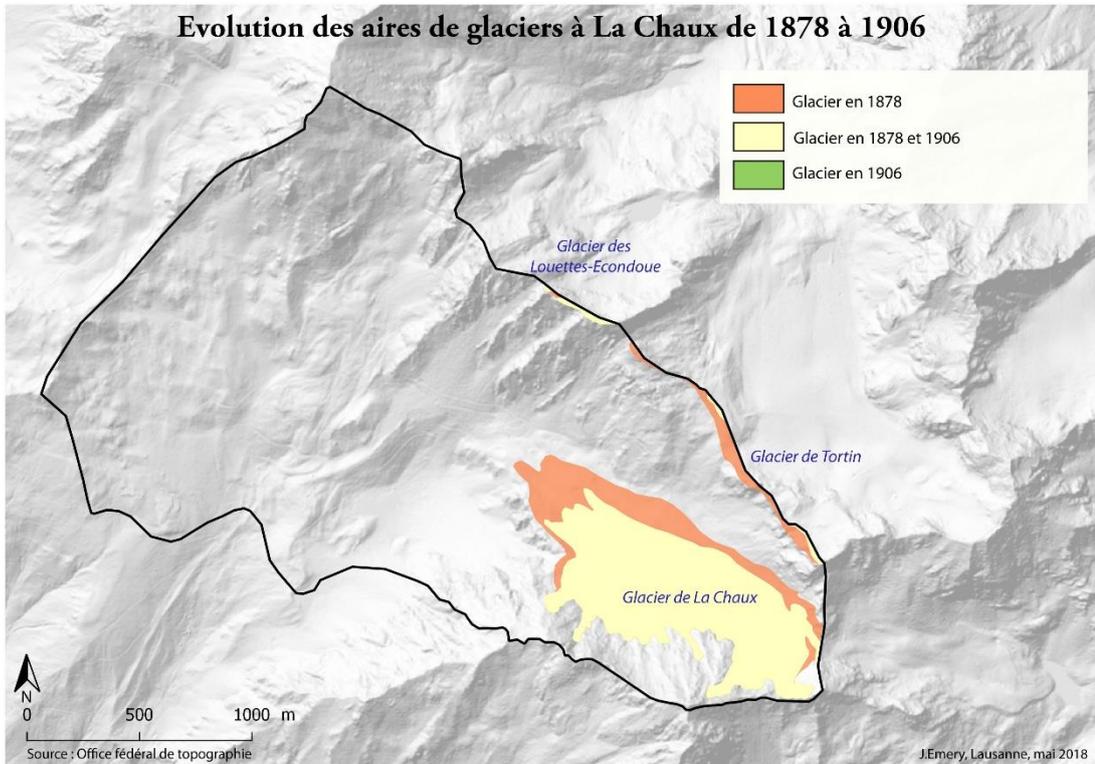
D12



D13

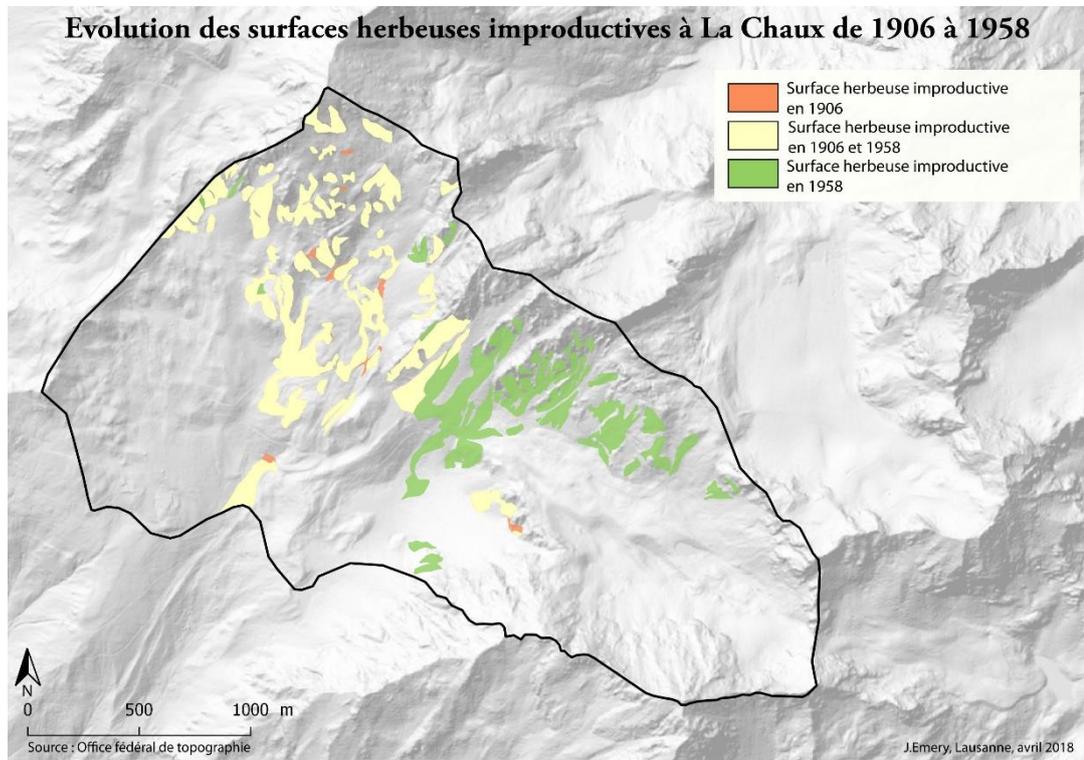


D14

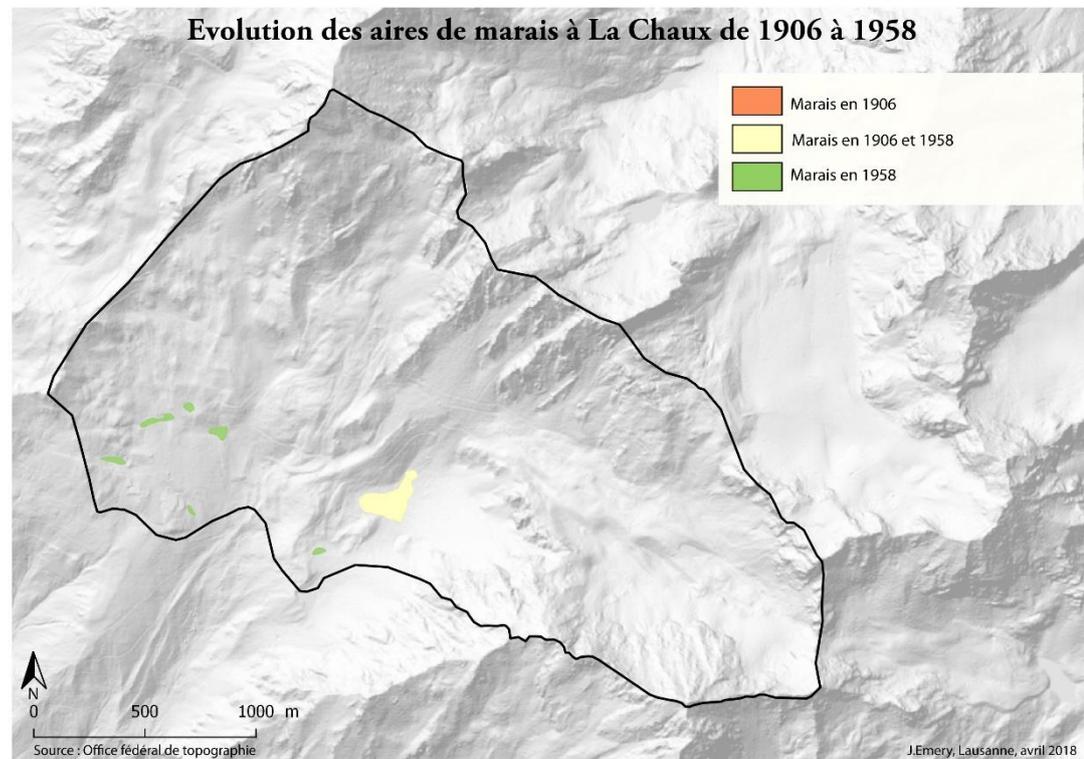


1906 – 1958

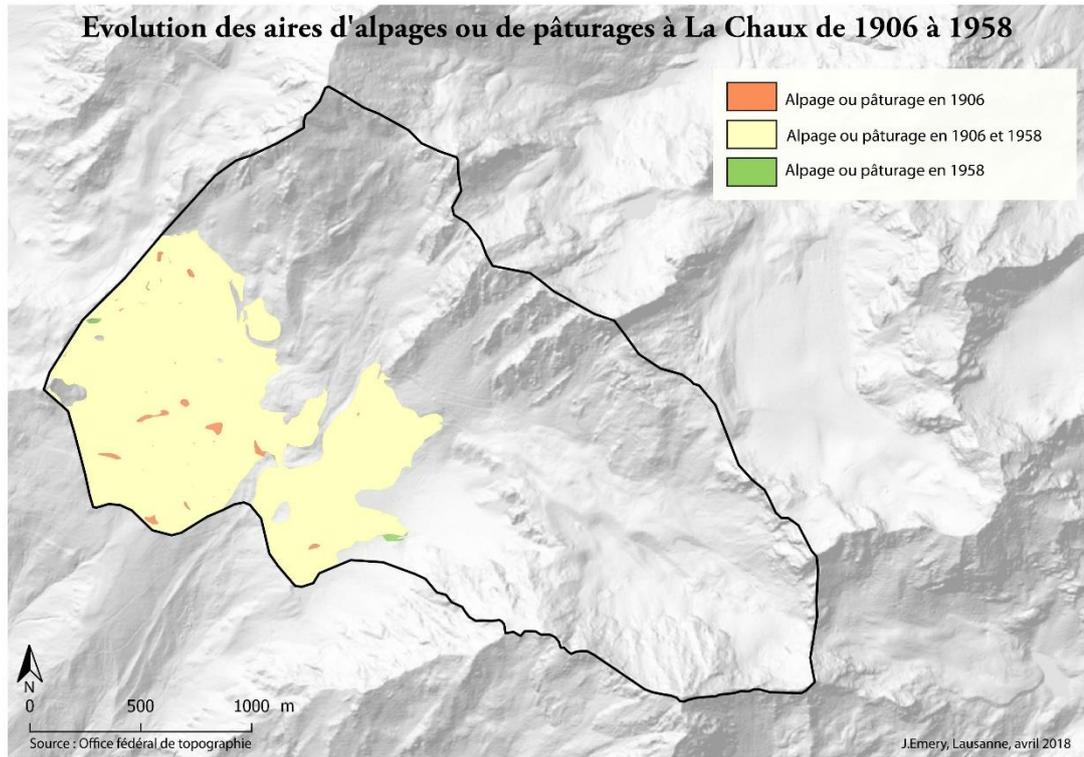
D15



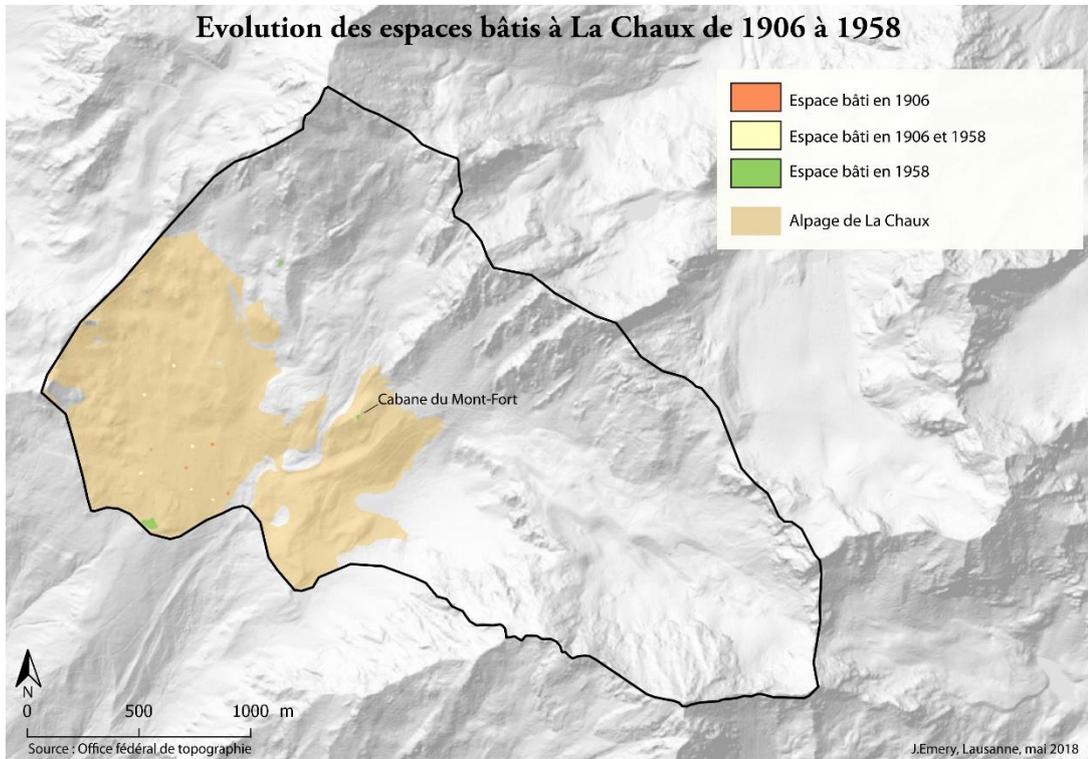
D16



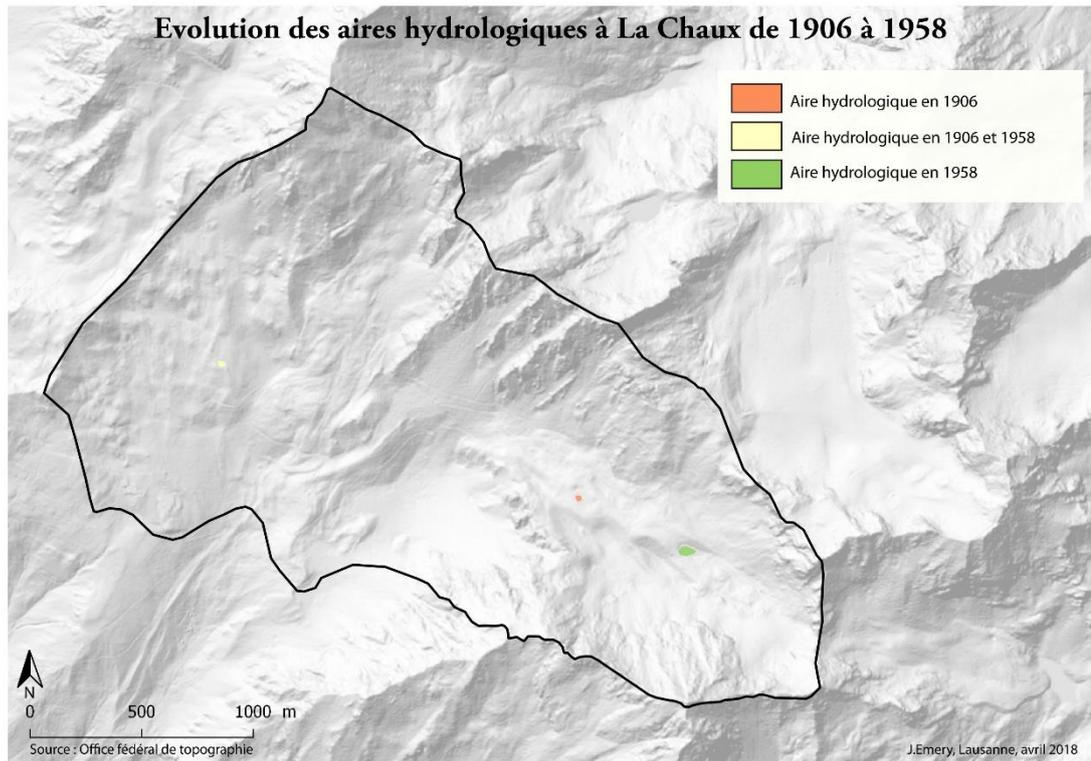
D17



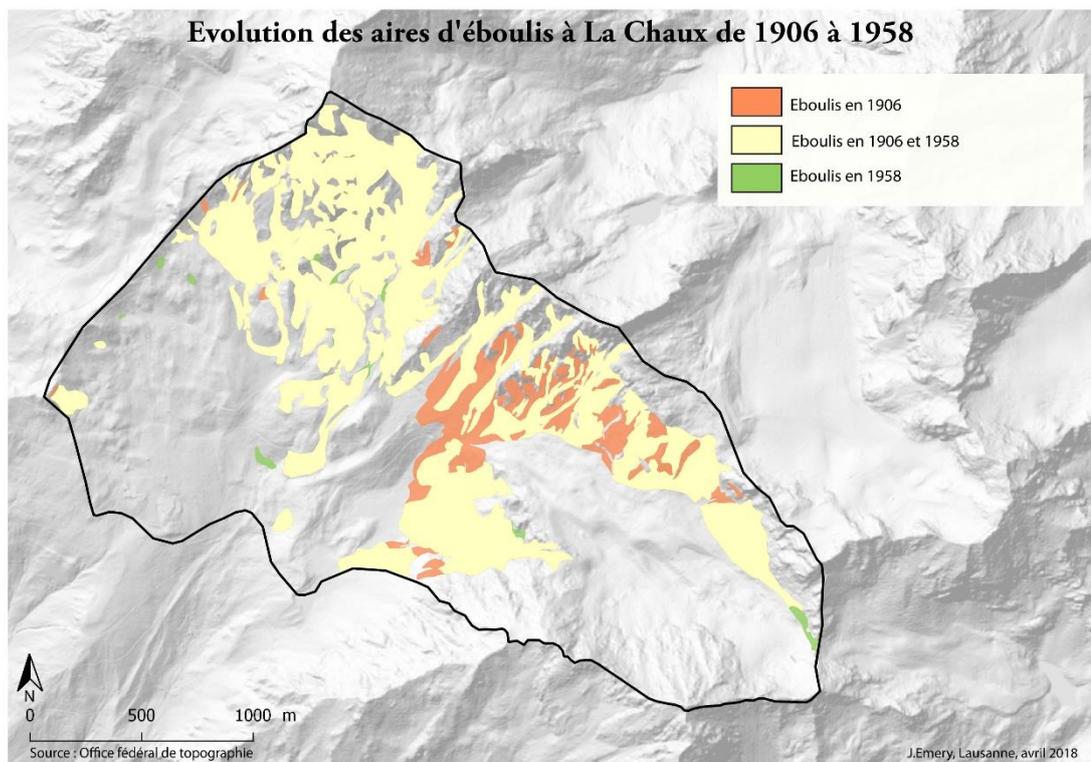
D18



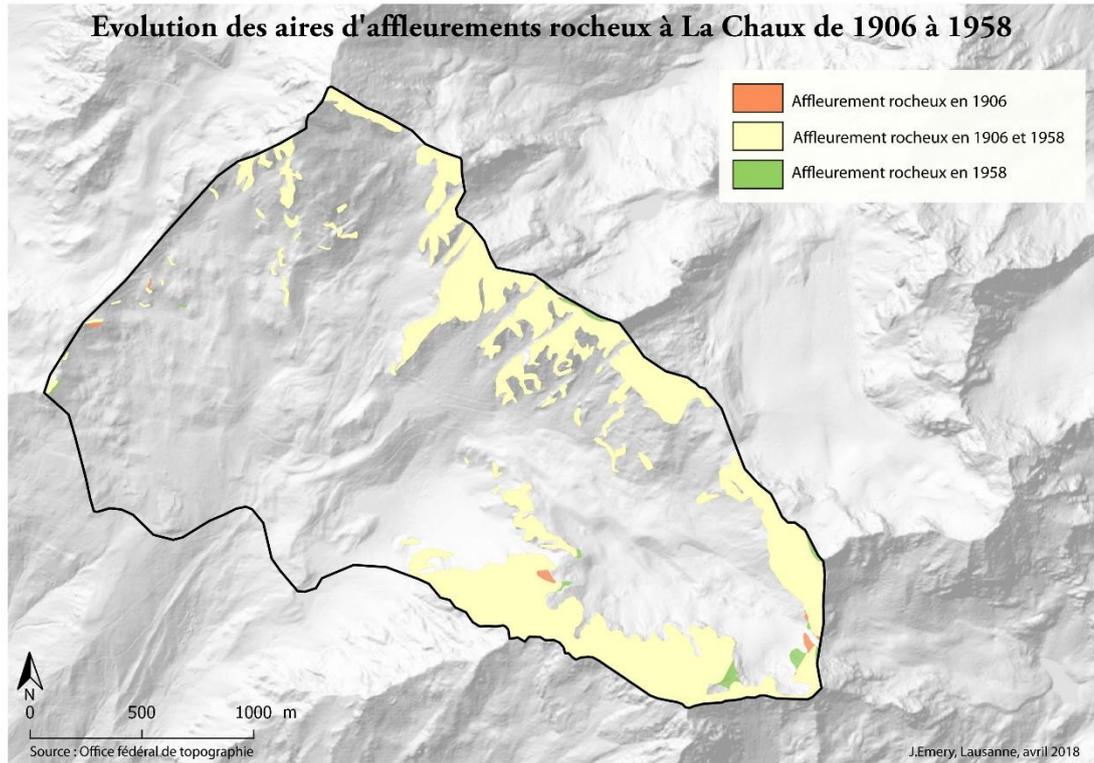
D19



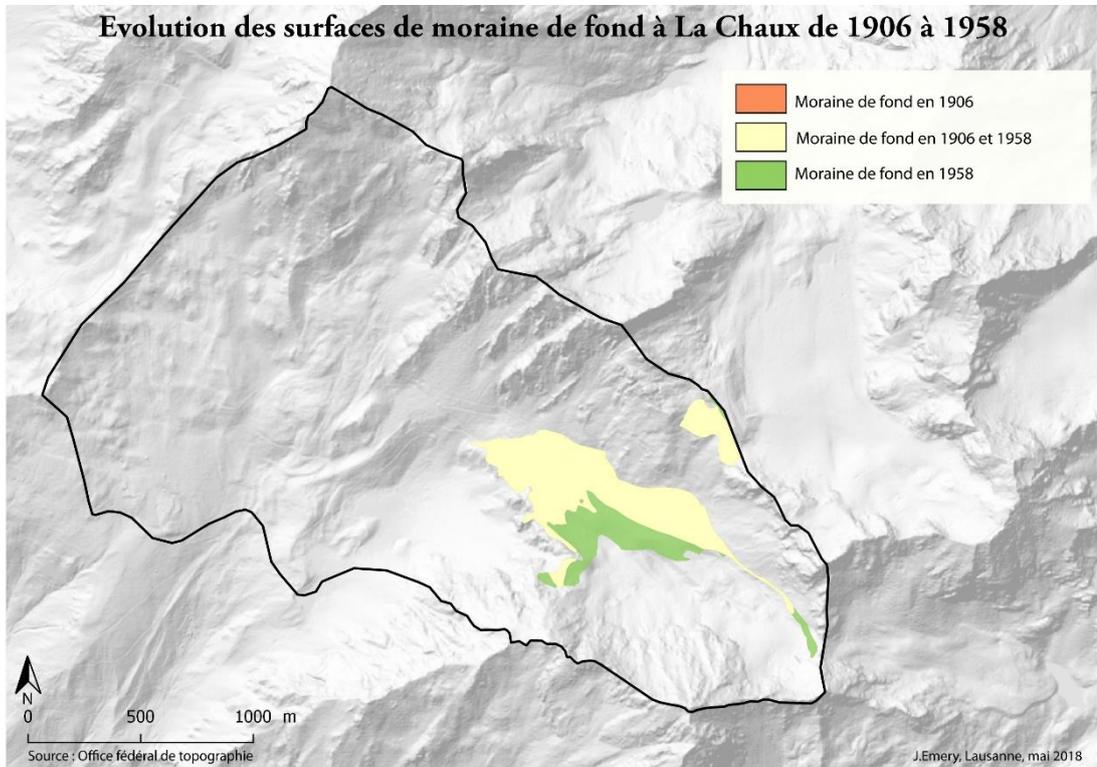
D20



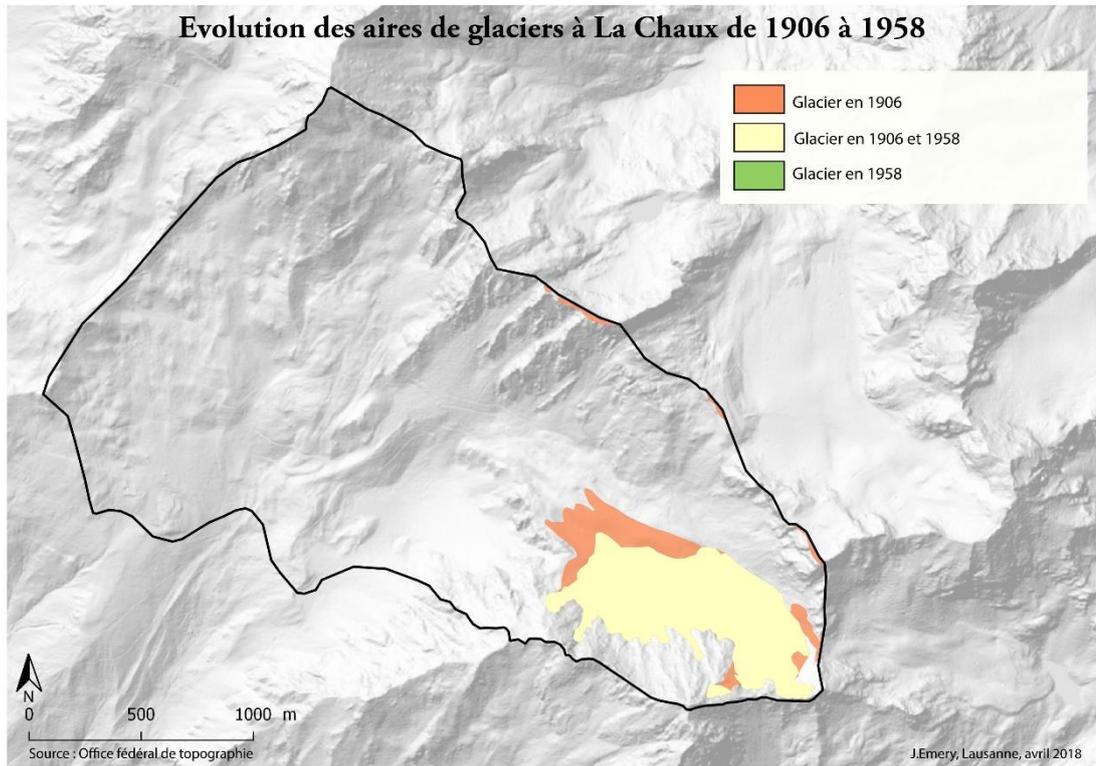
D21



D22

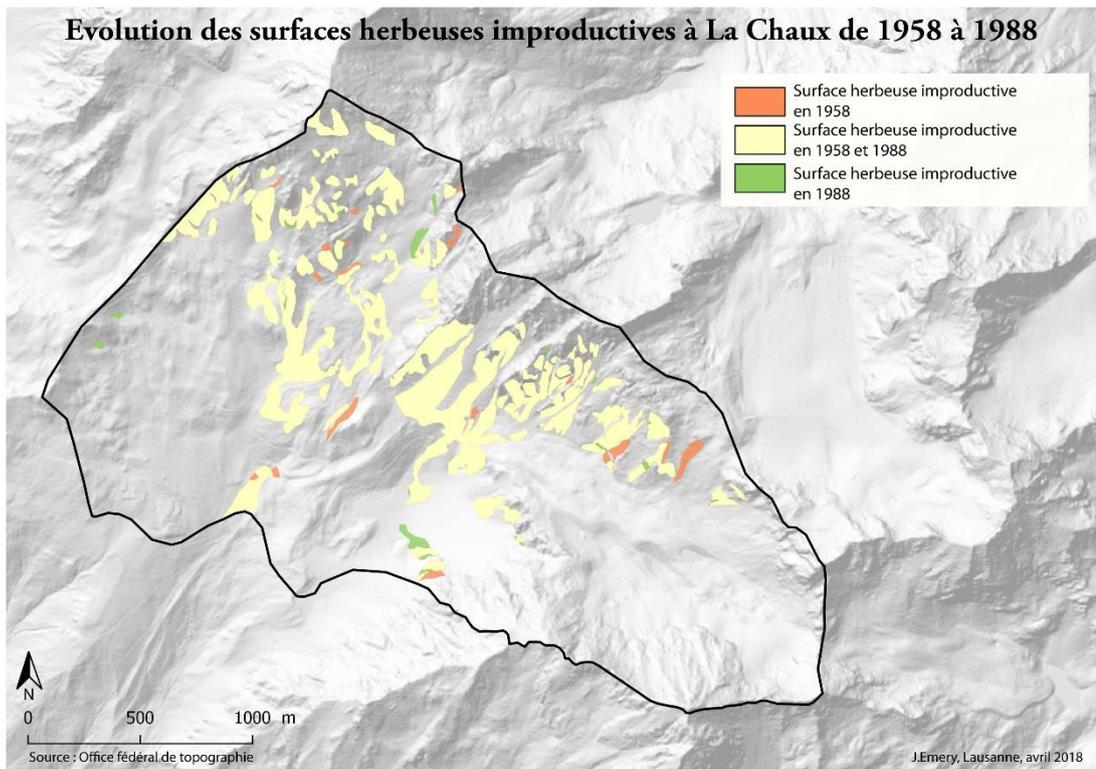


D23

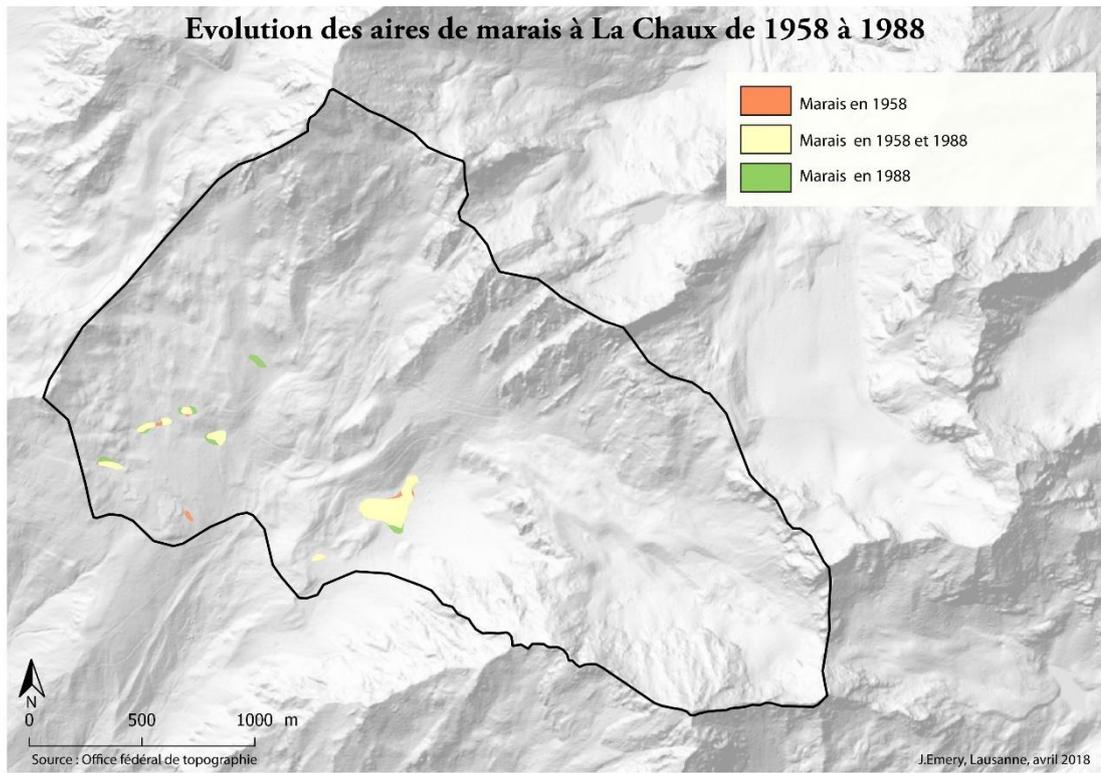


1958 – 1988

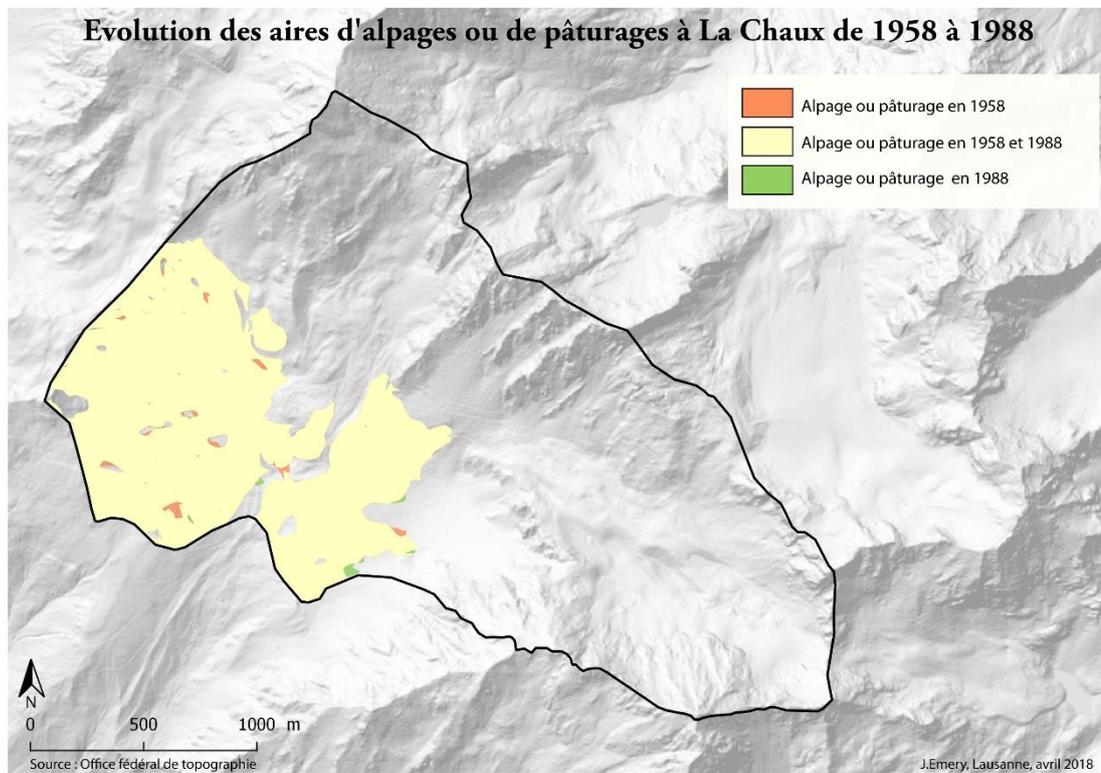
D24



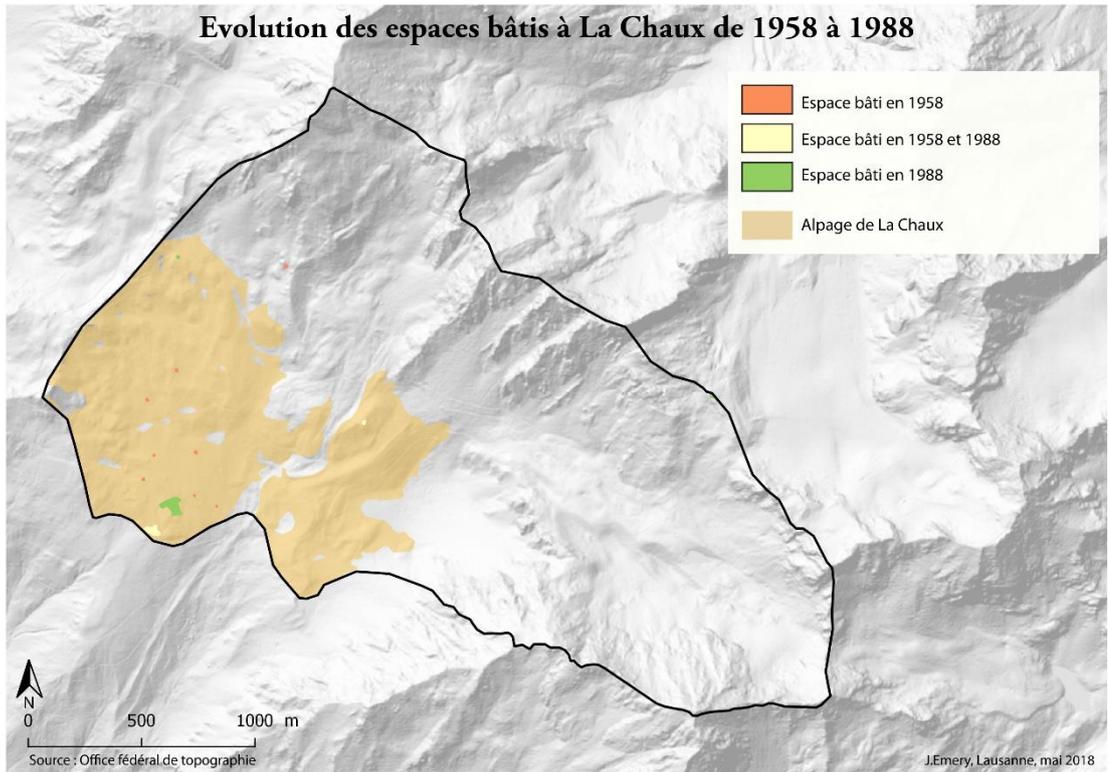
D25



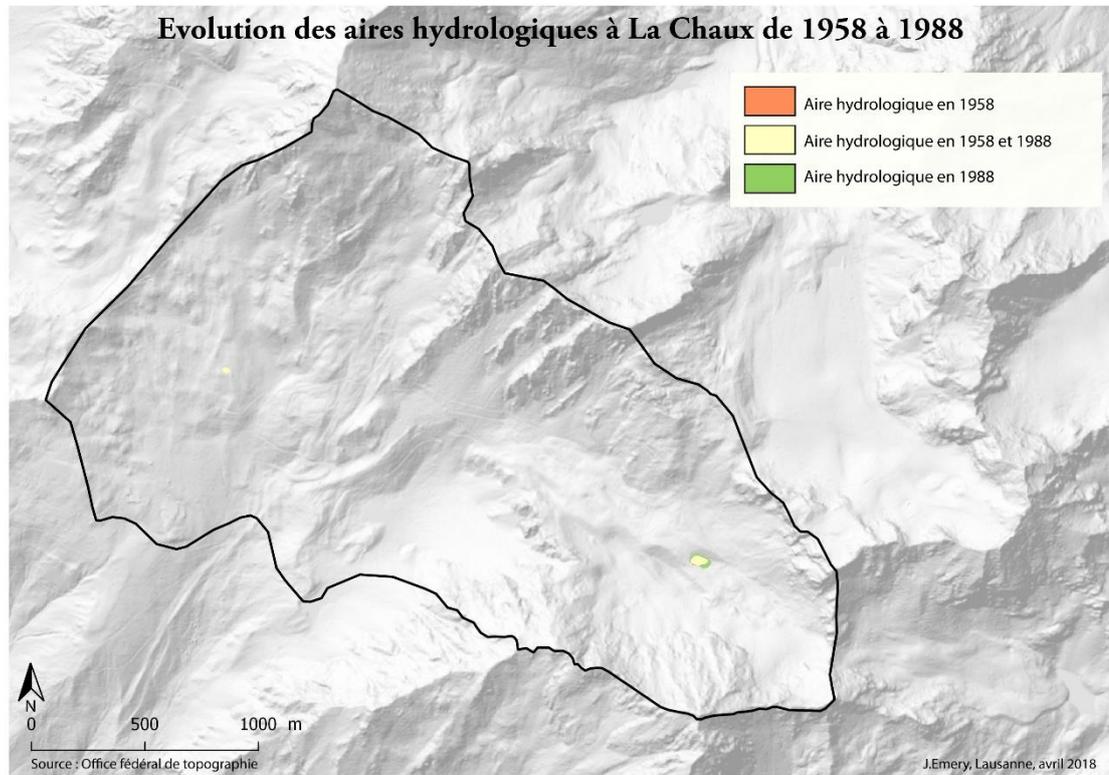
D26



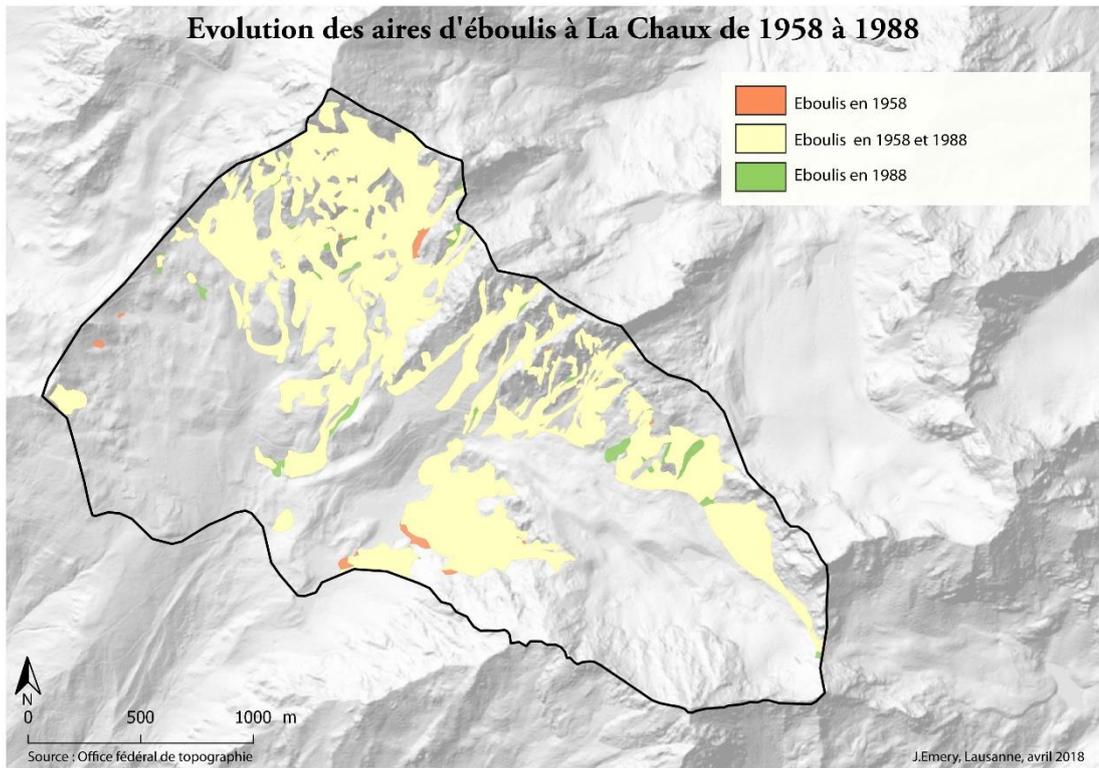
D27



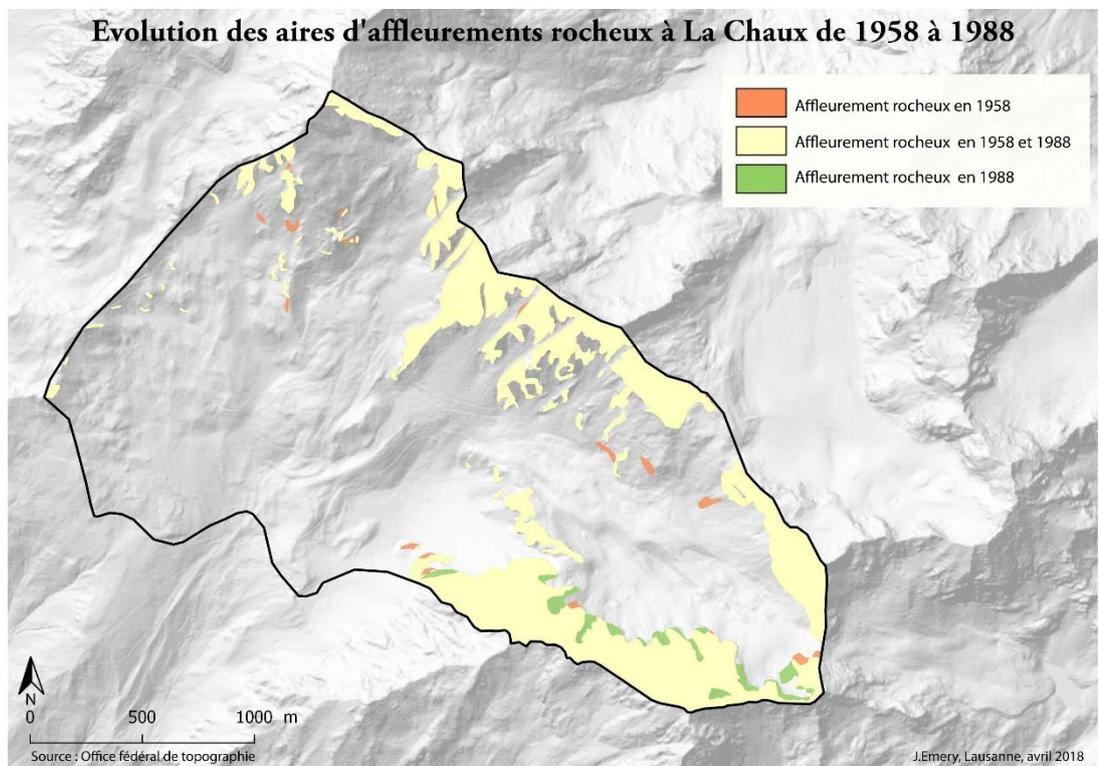
D28



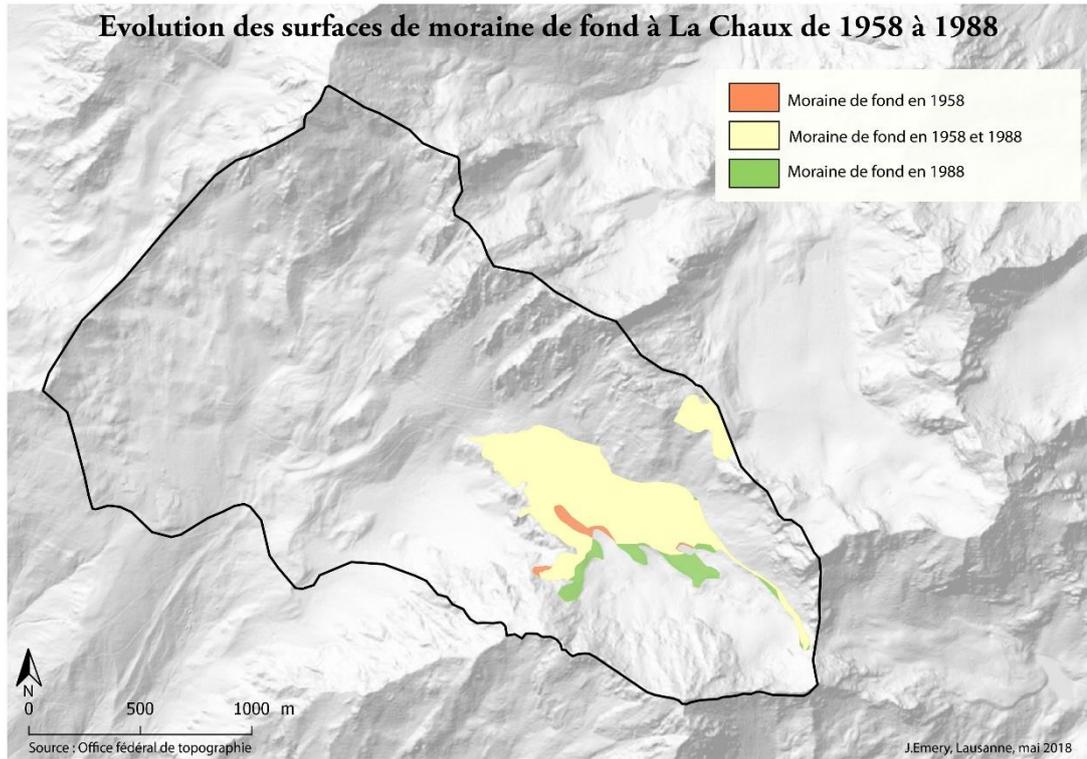
D29



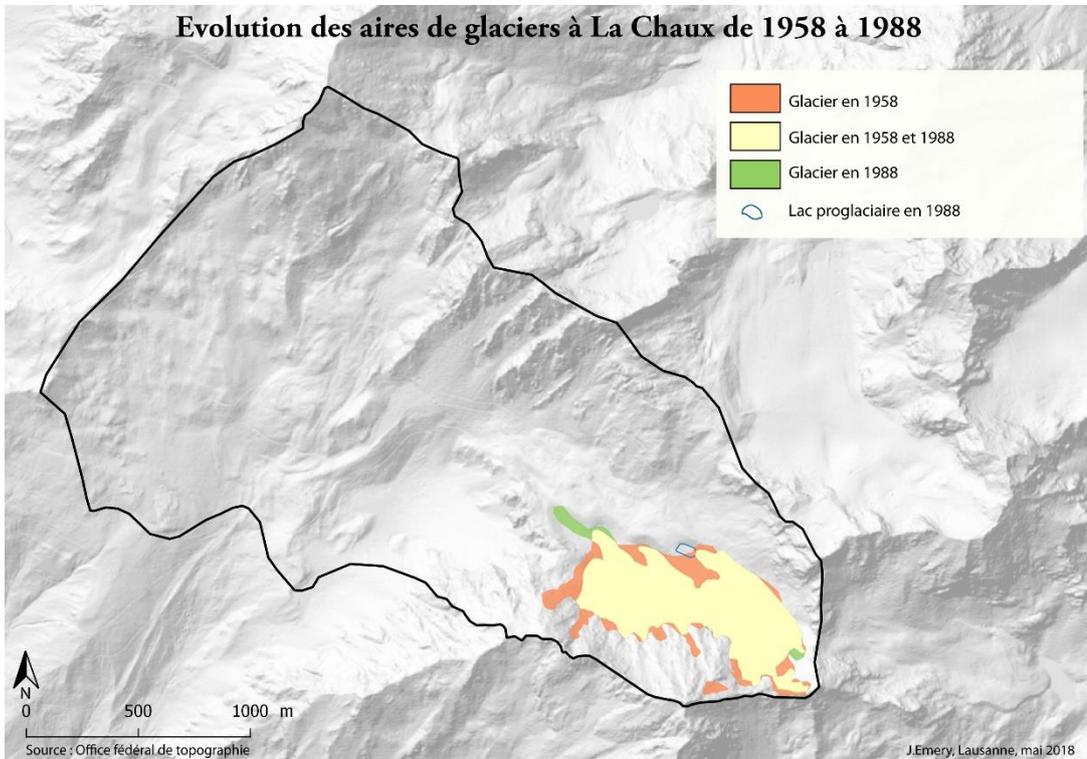
D30



D31

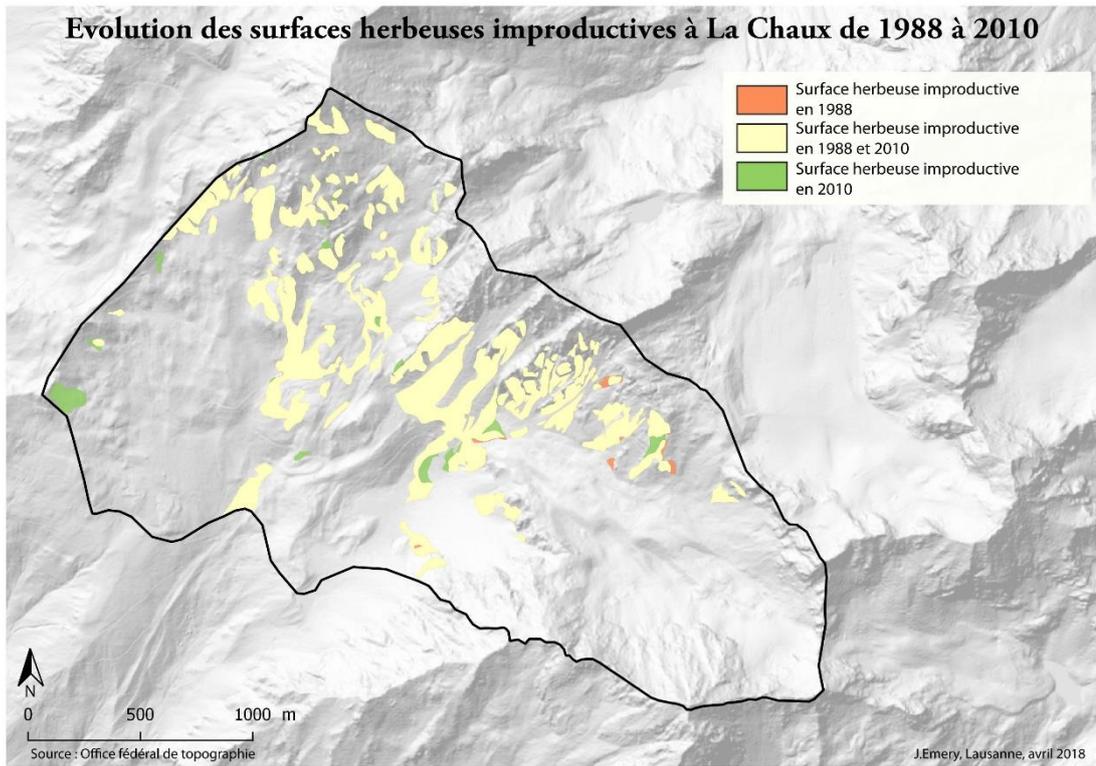


D32

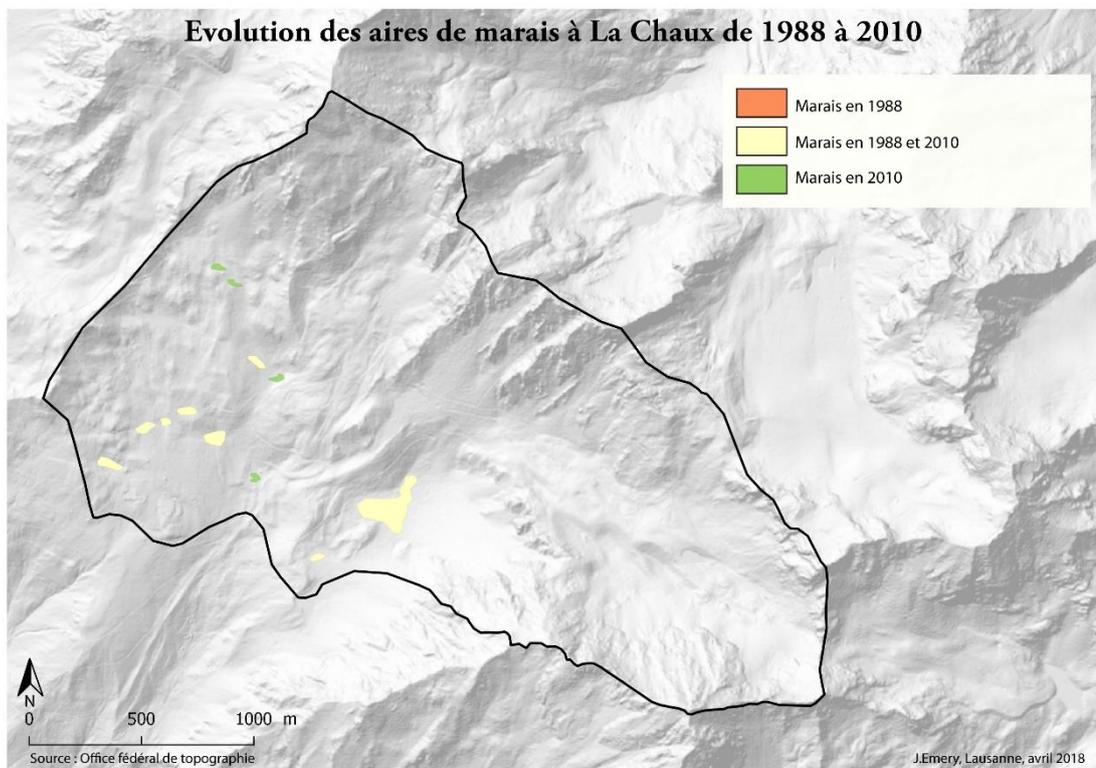


1988 – 2010

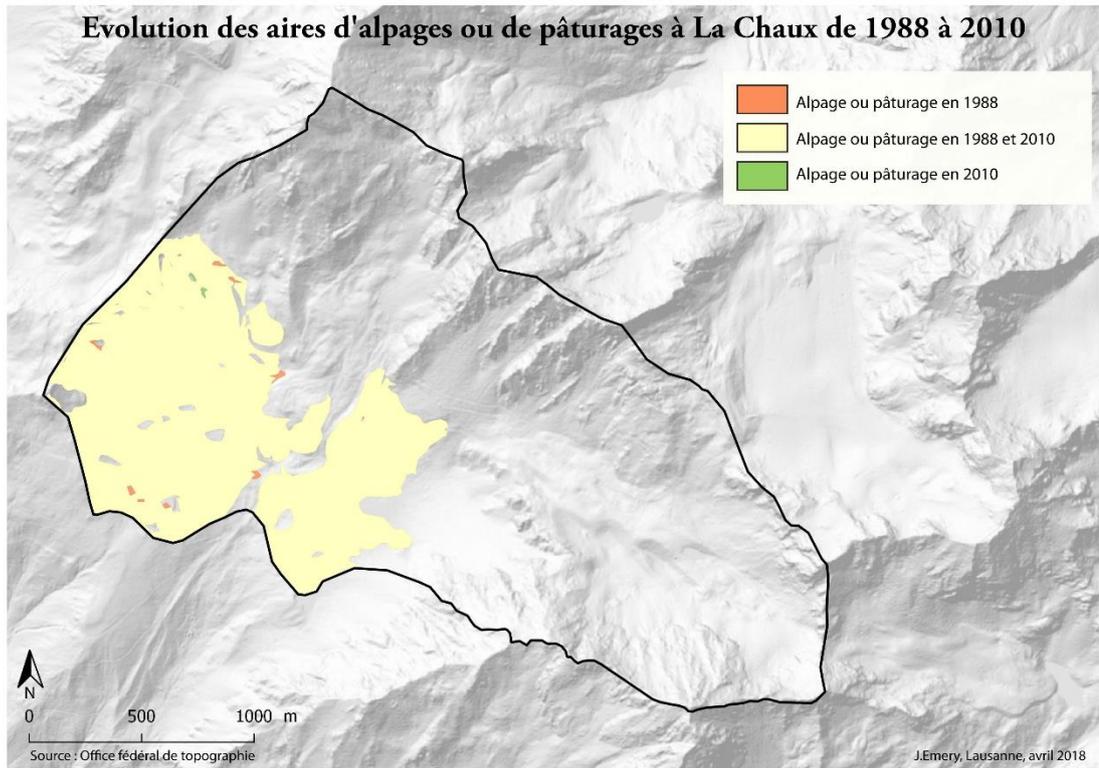
D33



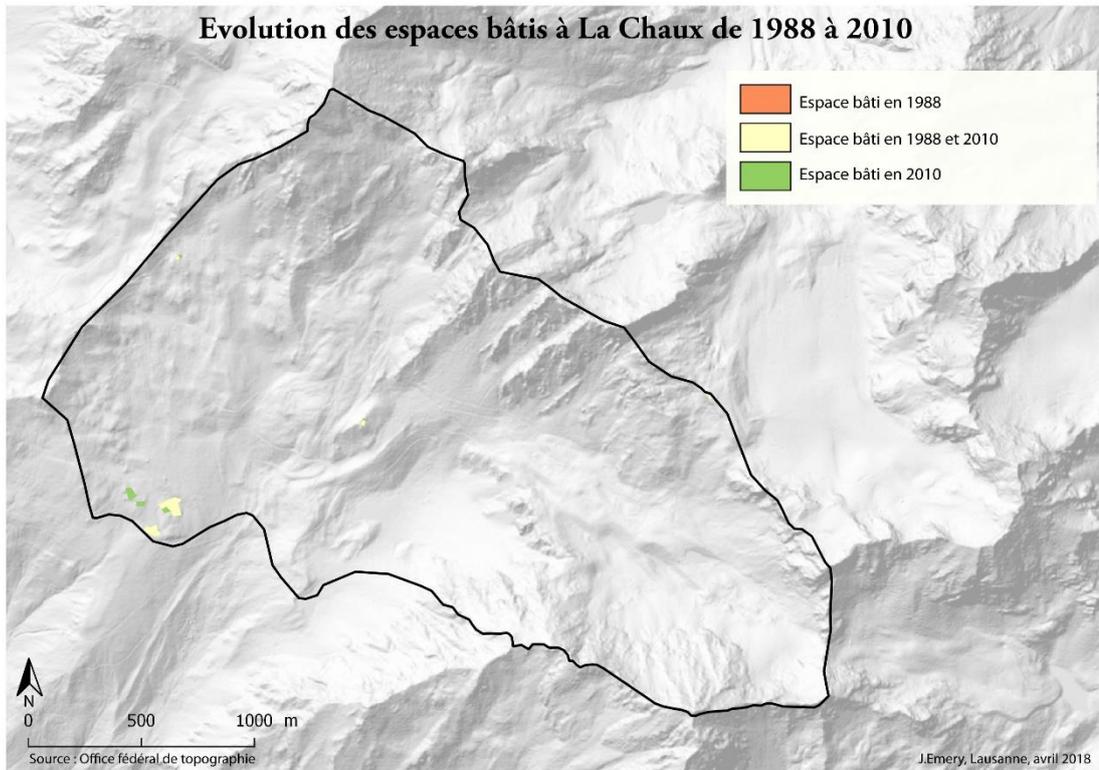
D34



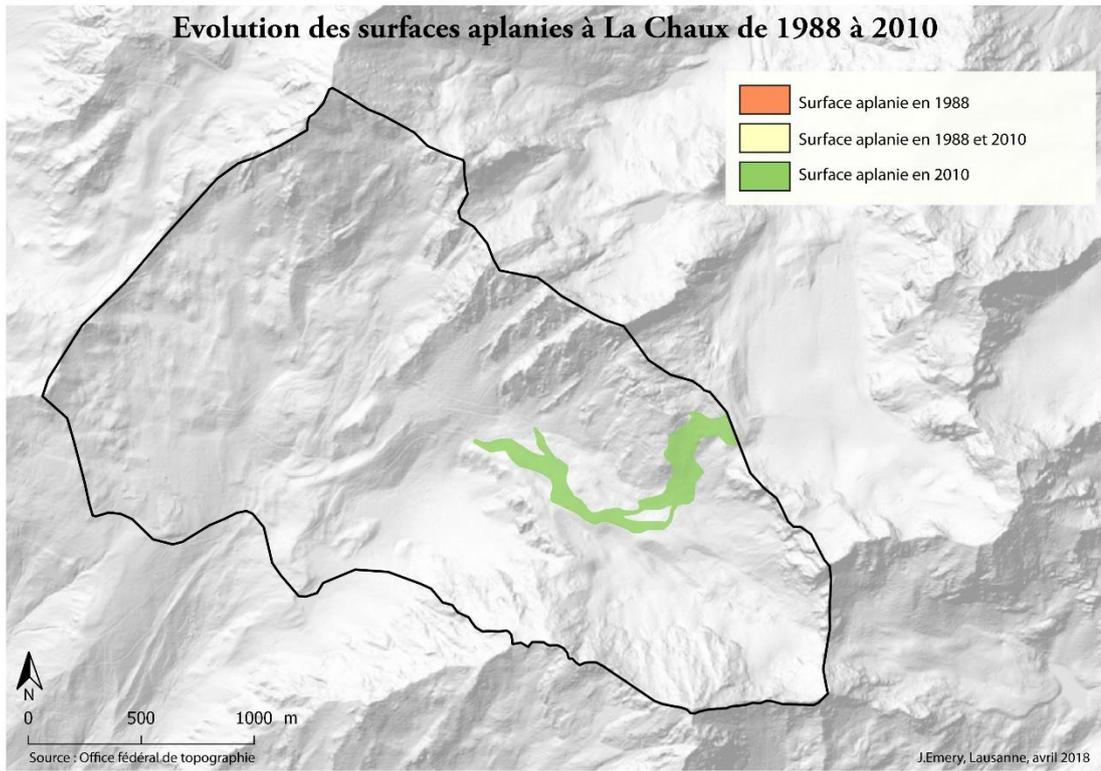
D35



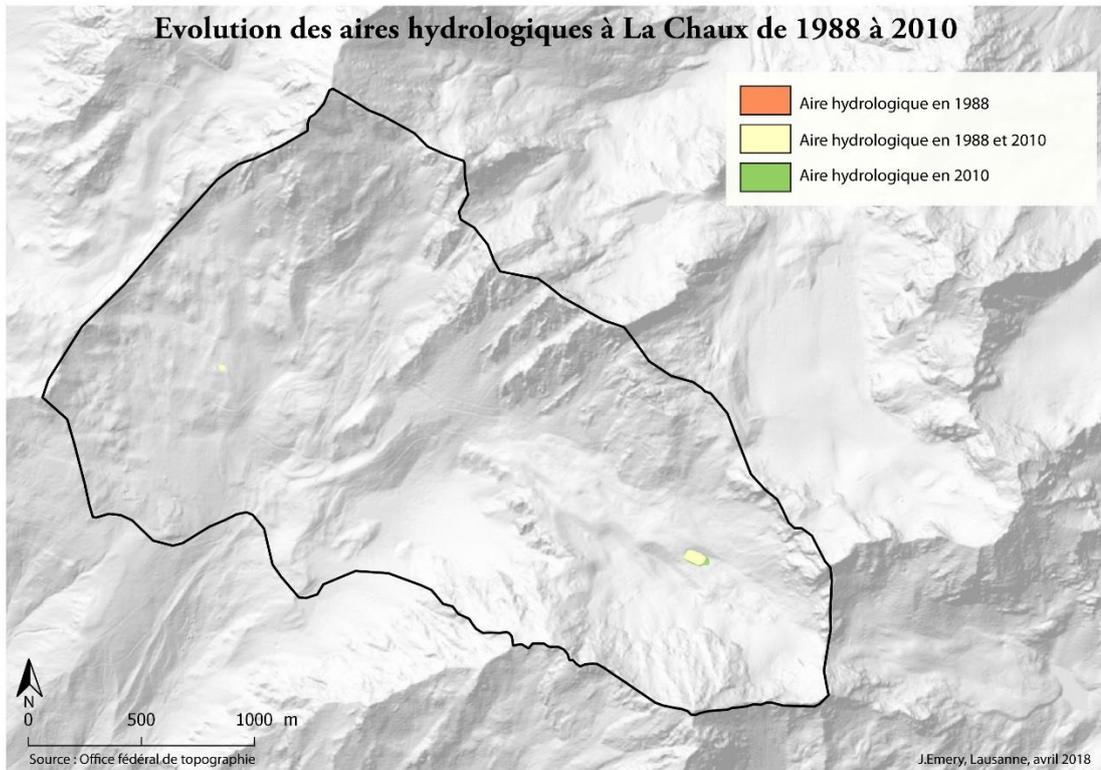
D36



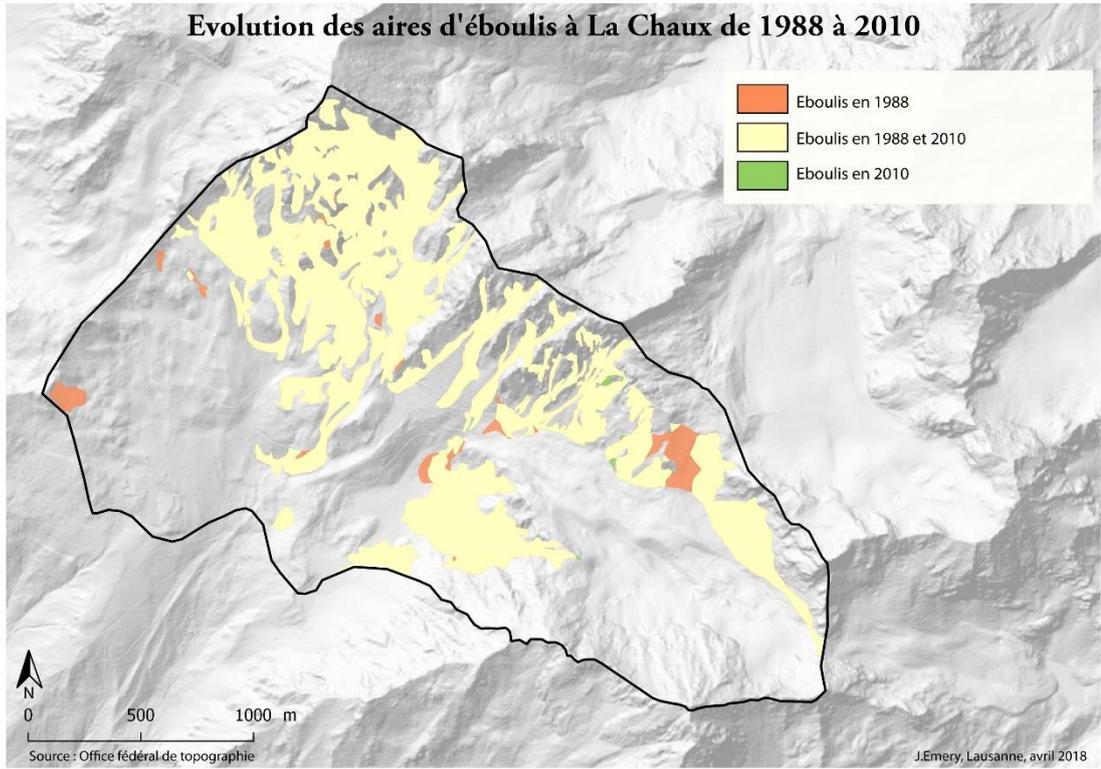
D37



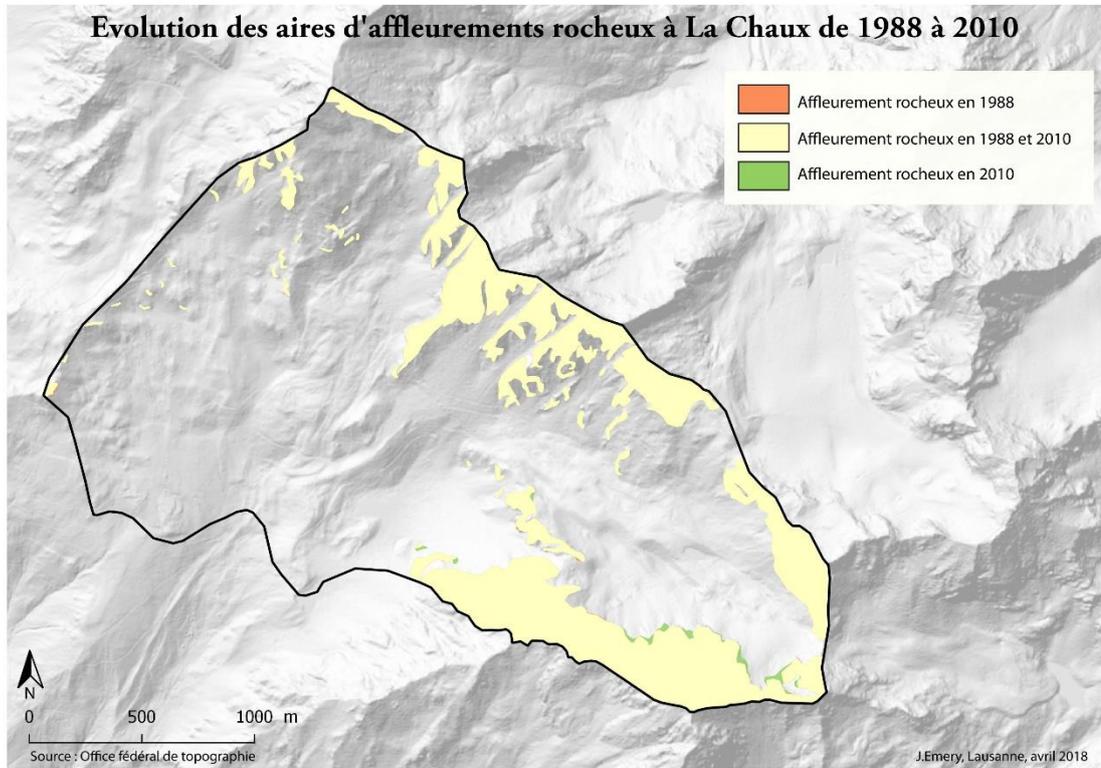
D38



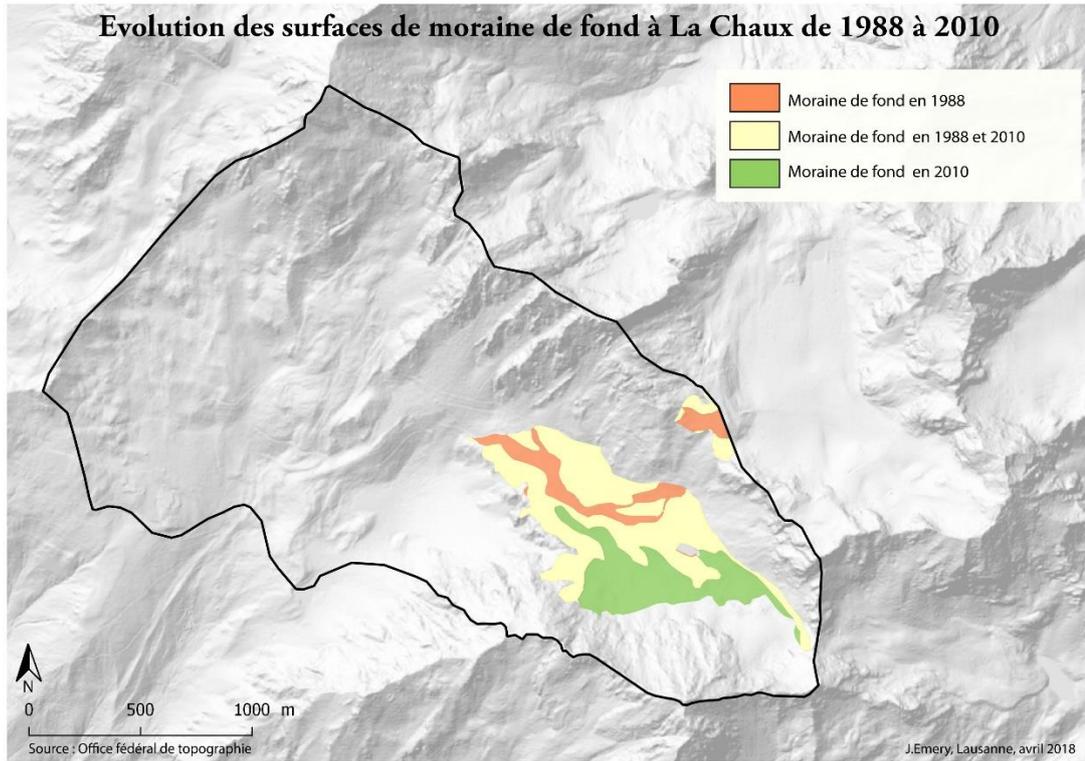
D39



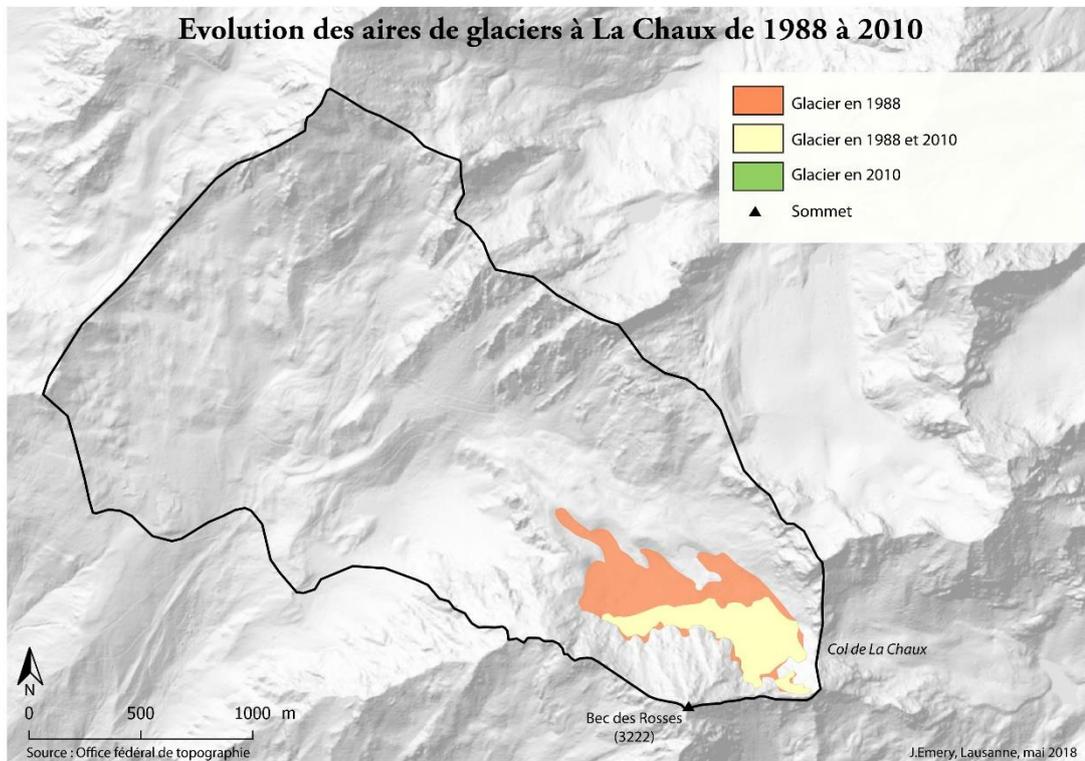
D40



D41

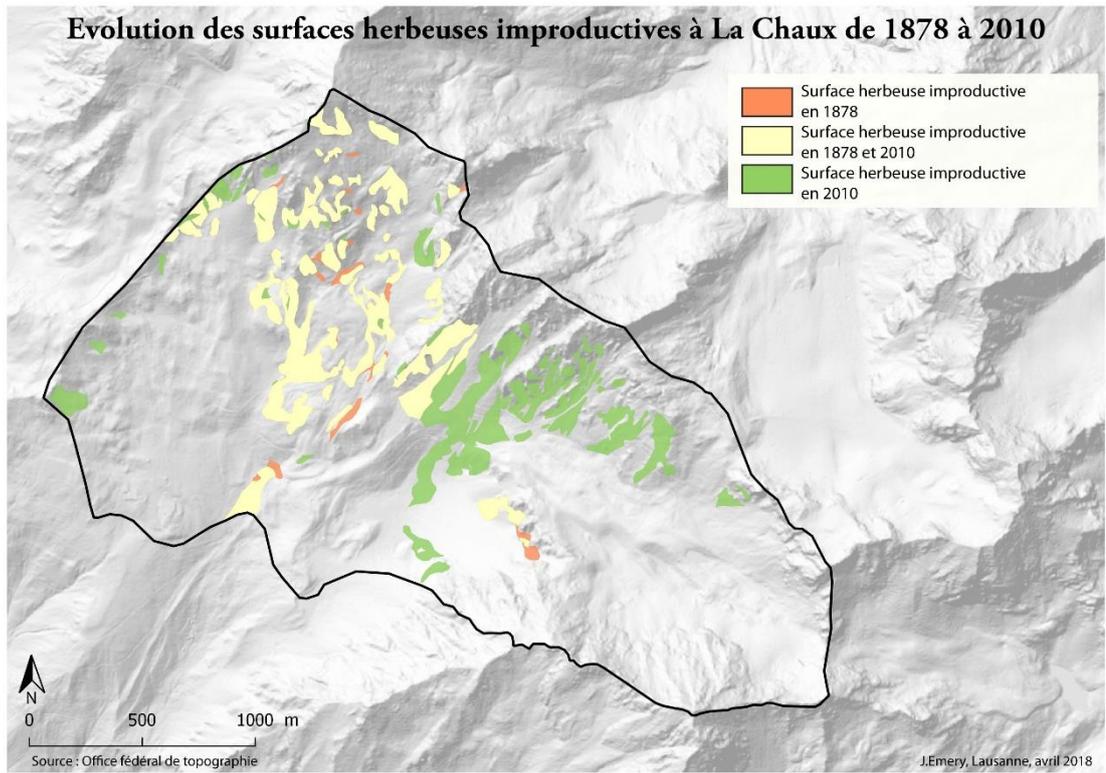


D42

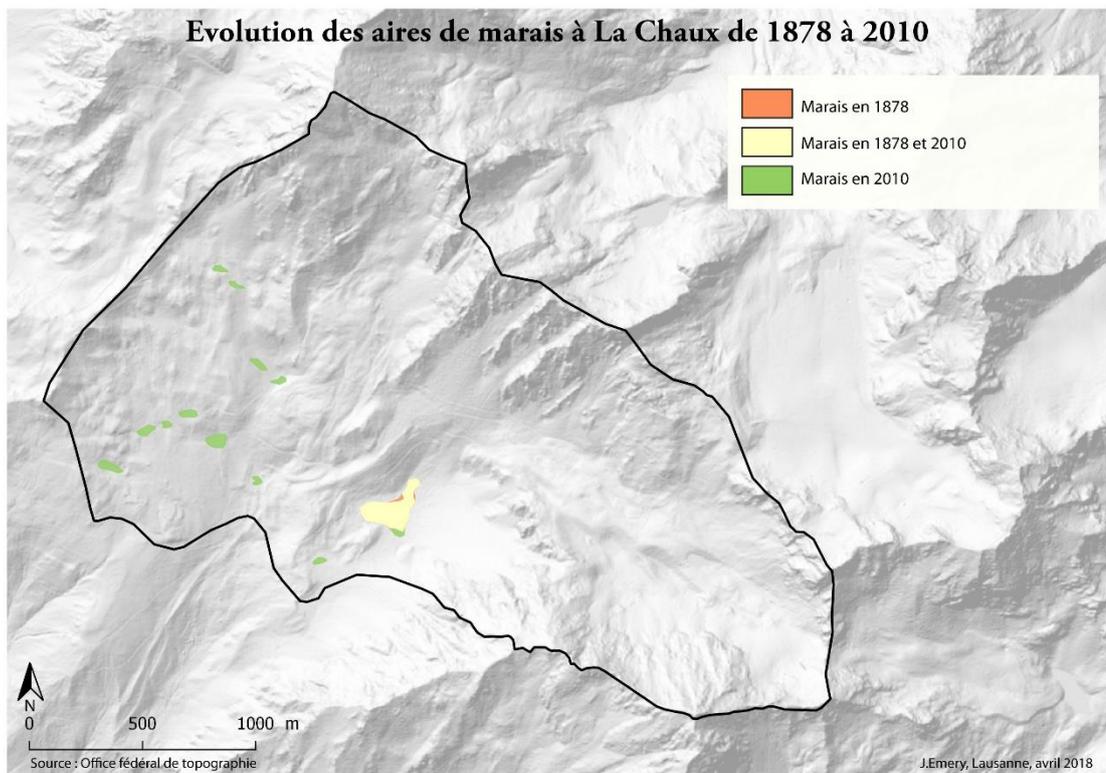


1878 – 2010

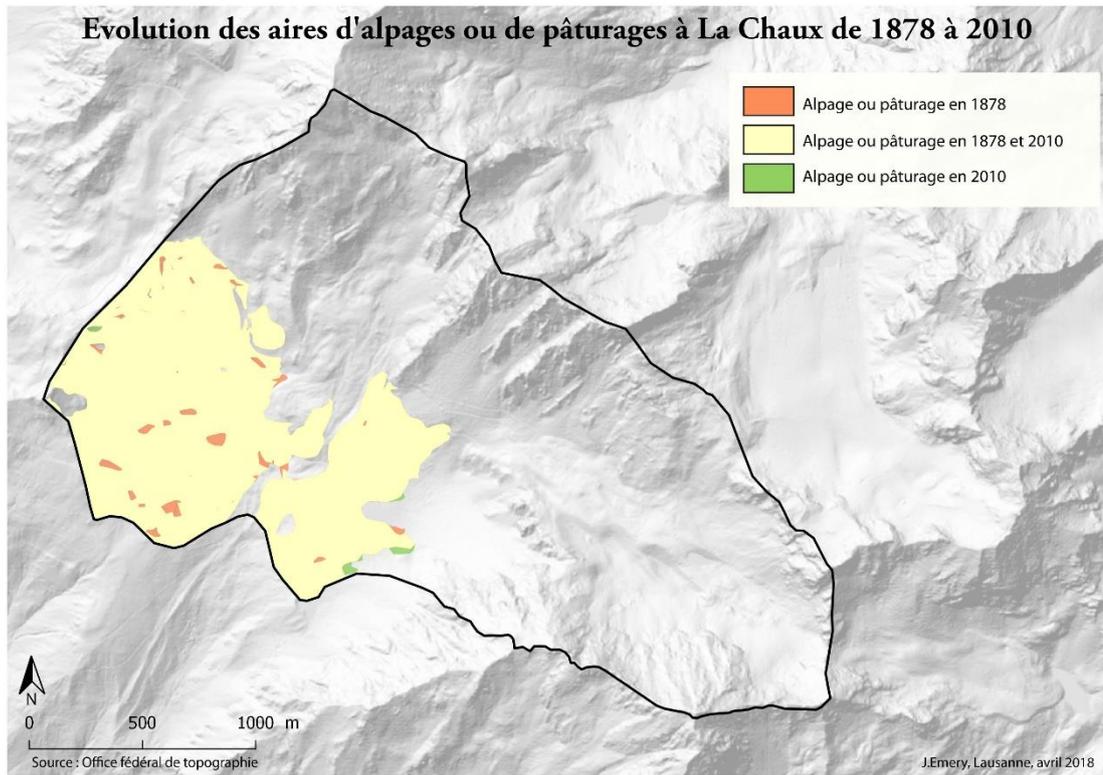
D43



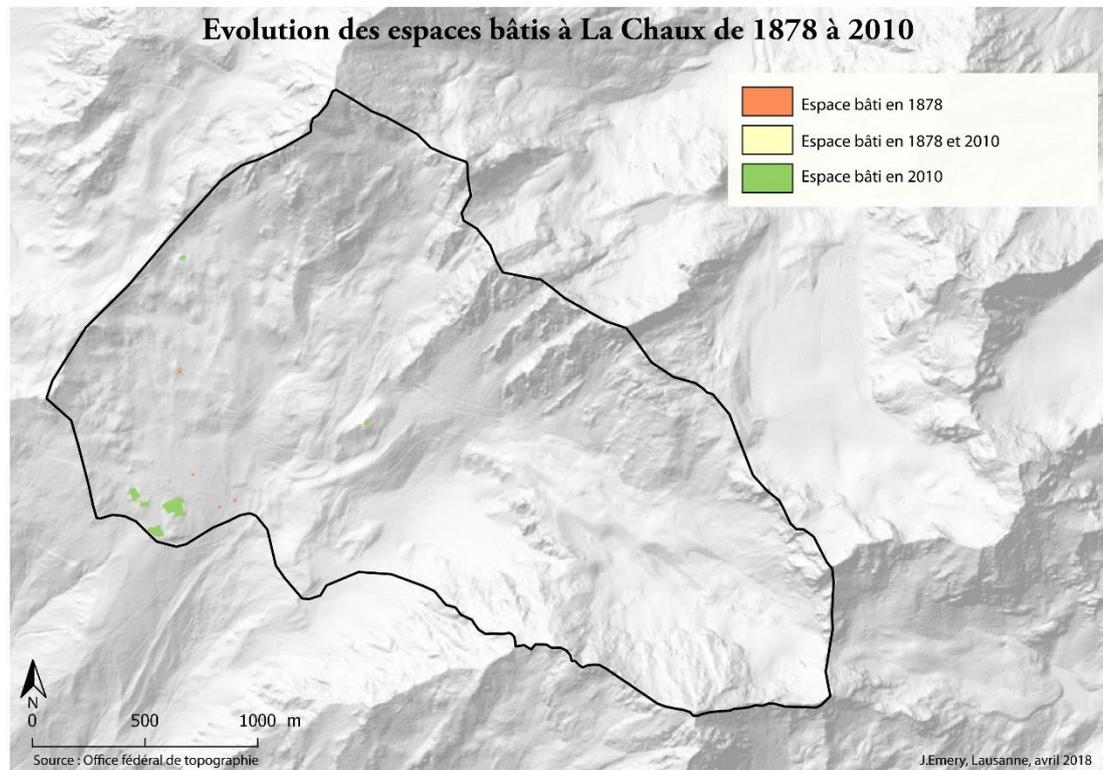
D44



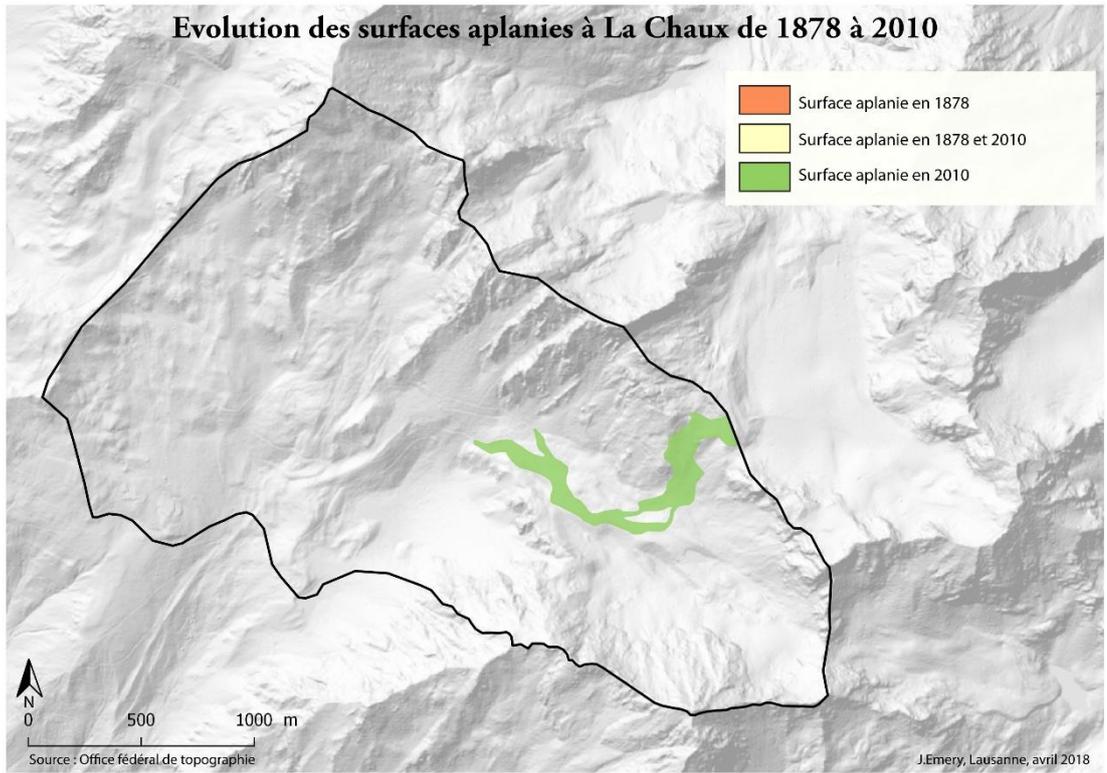
D45



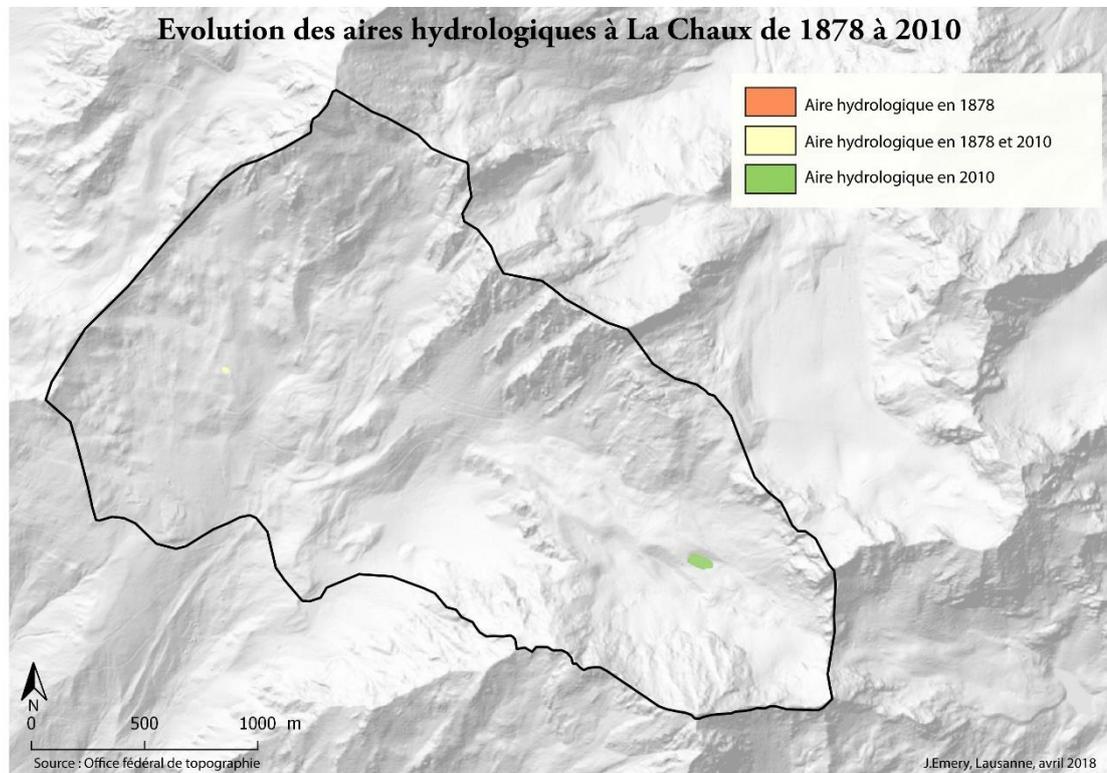
D46



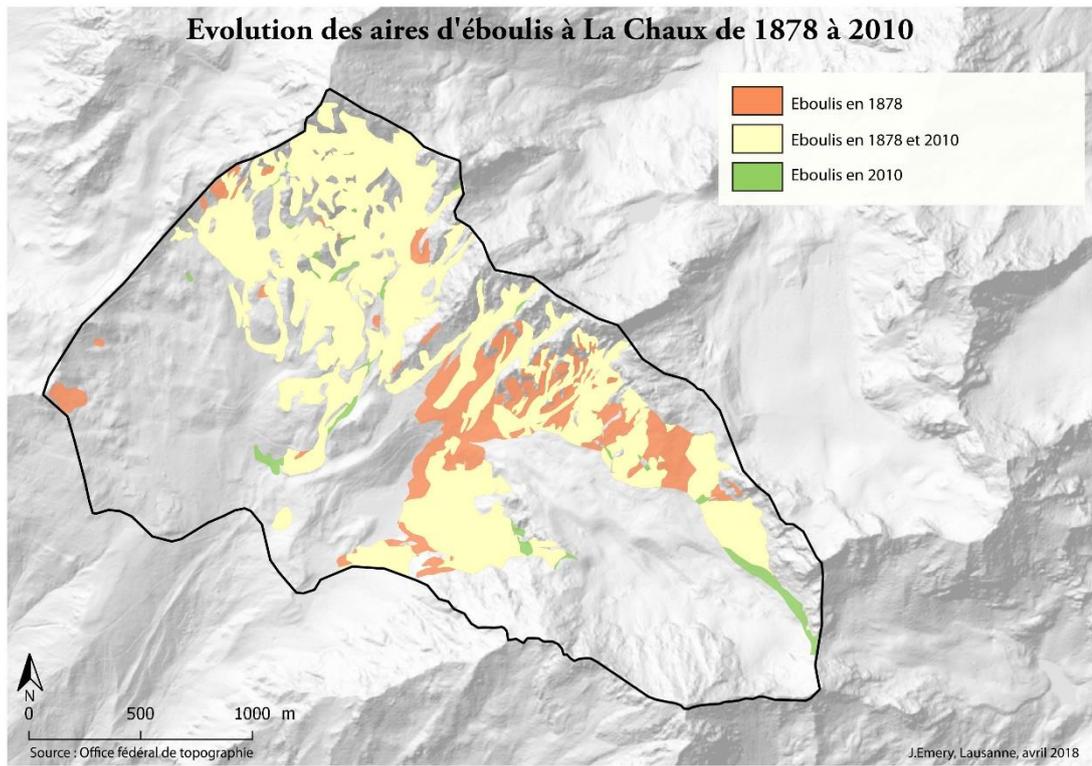
D47



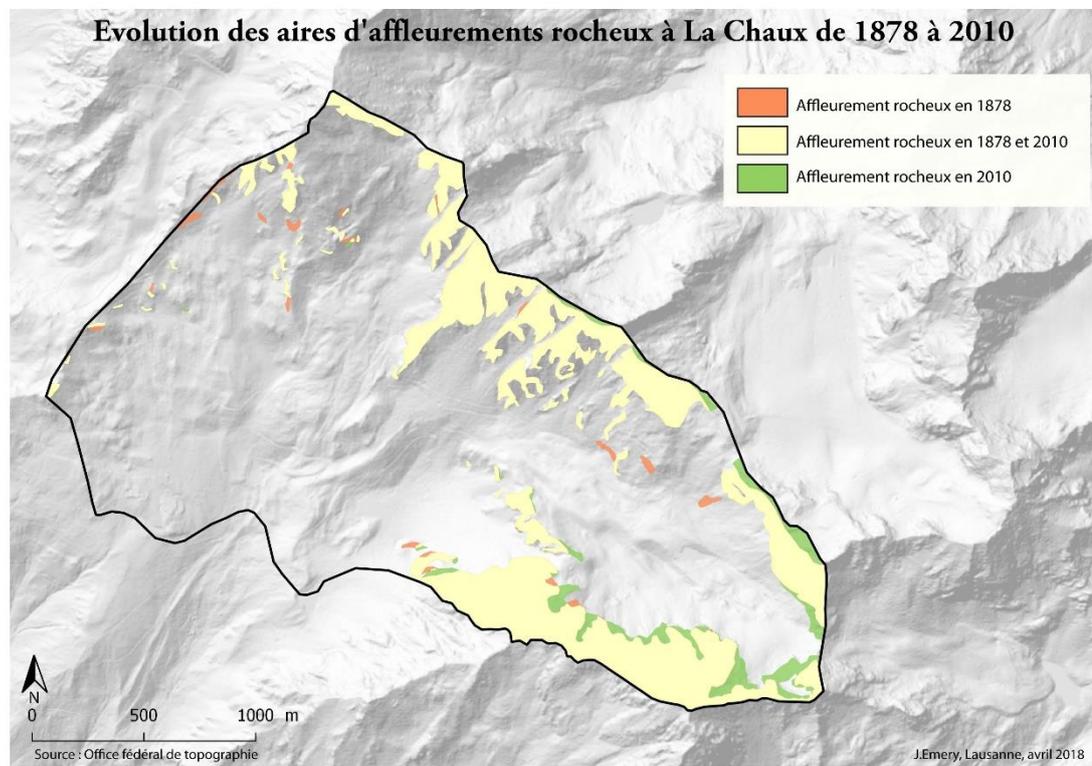
D48



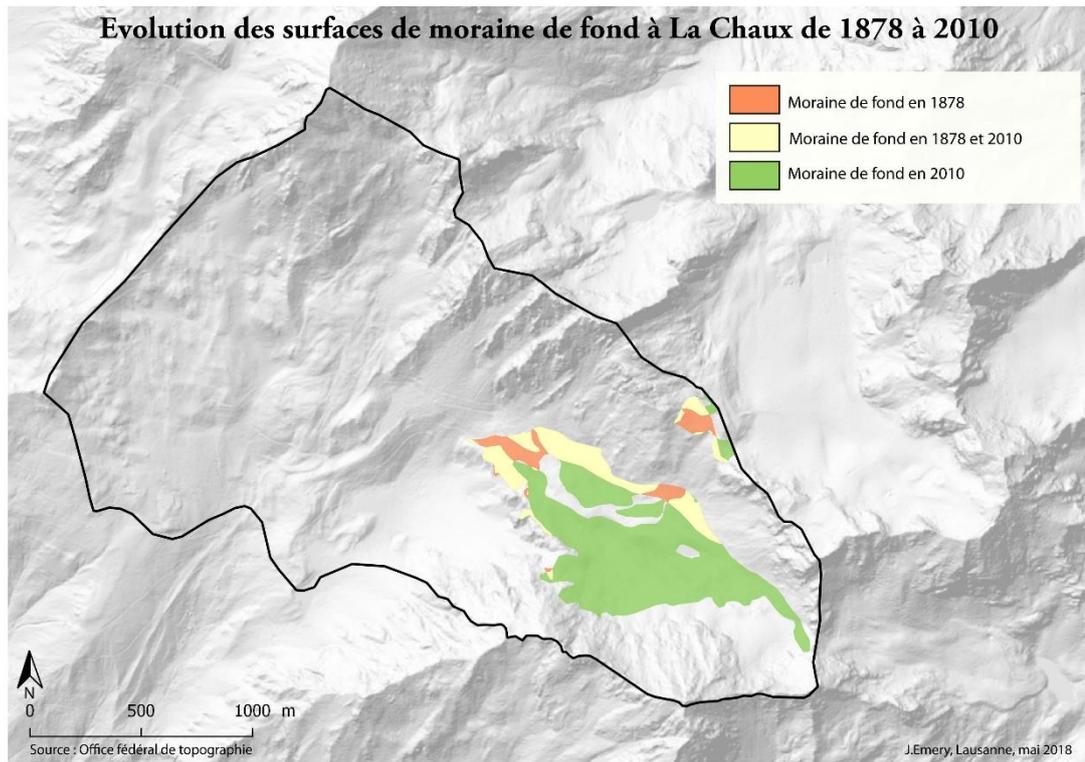
D49



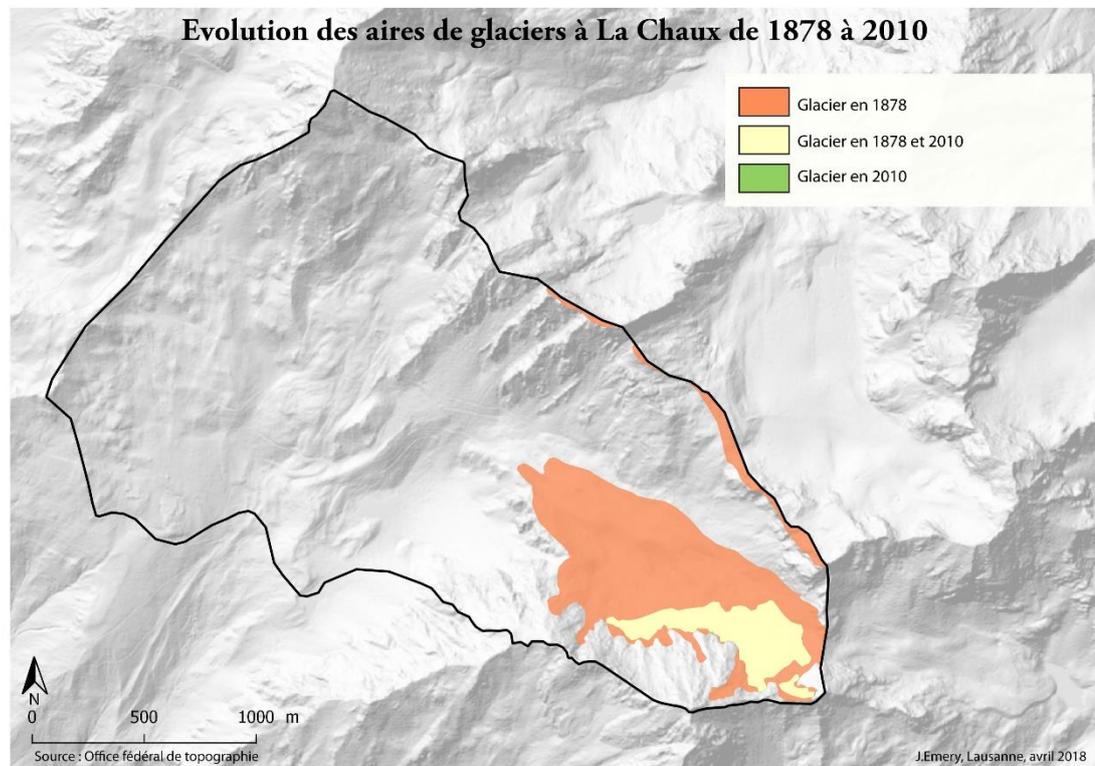
D50



D51

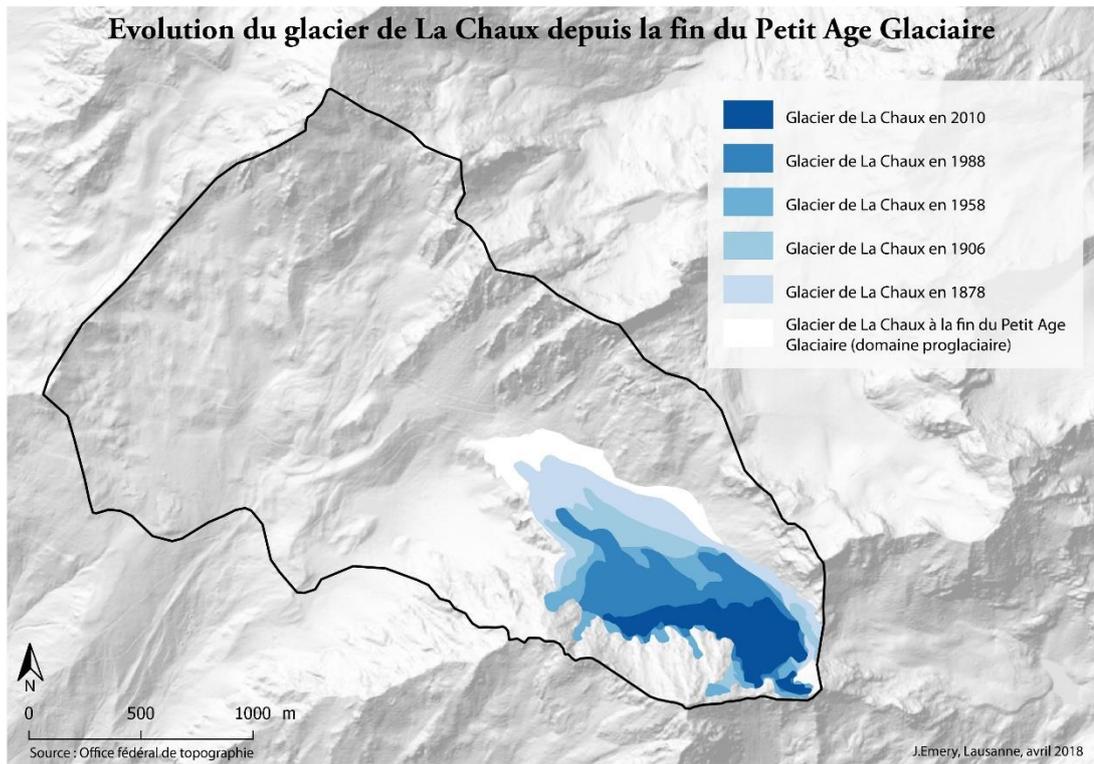


D52

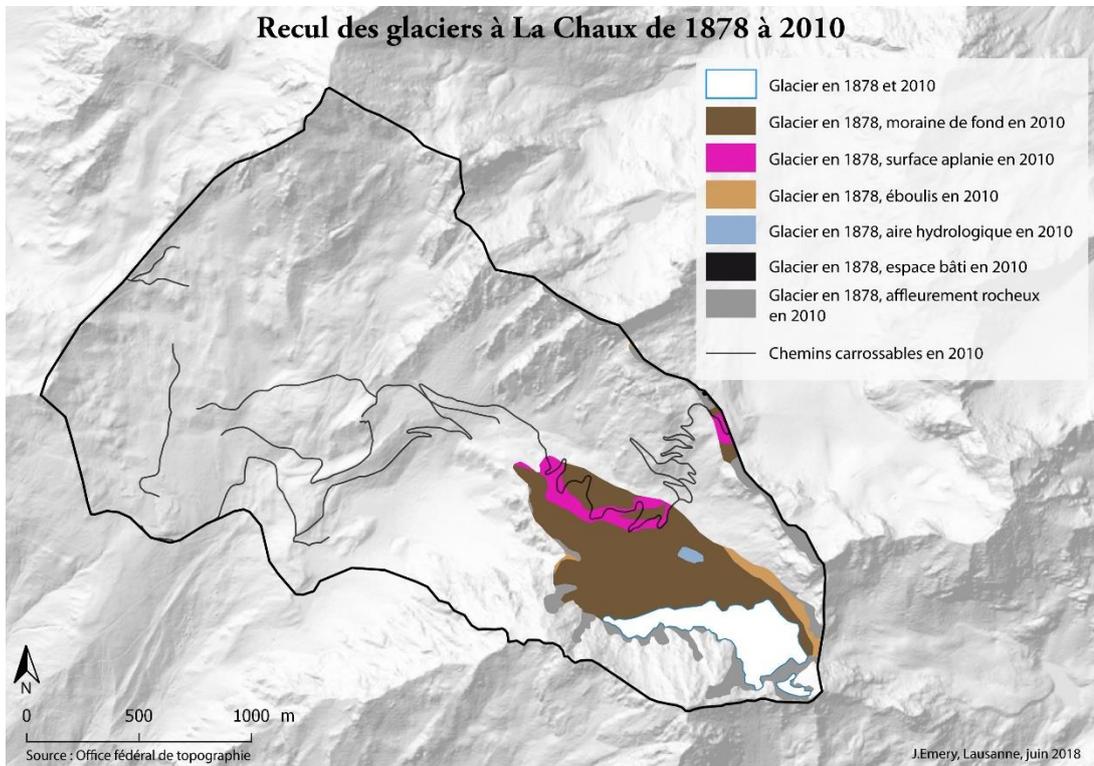


8.4.3. Autre :

D53

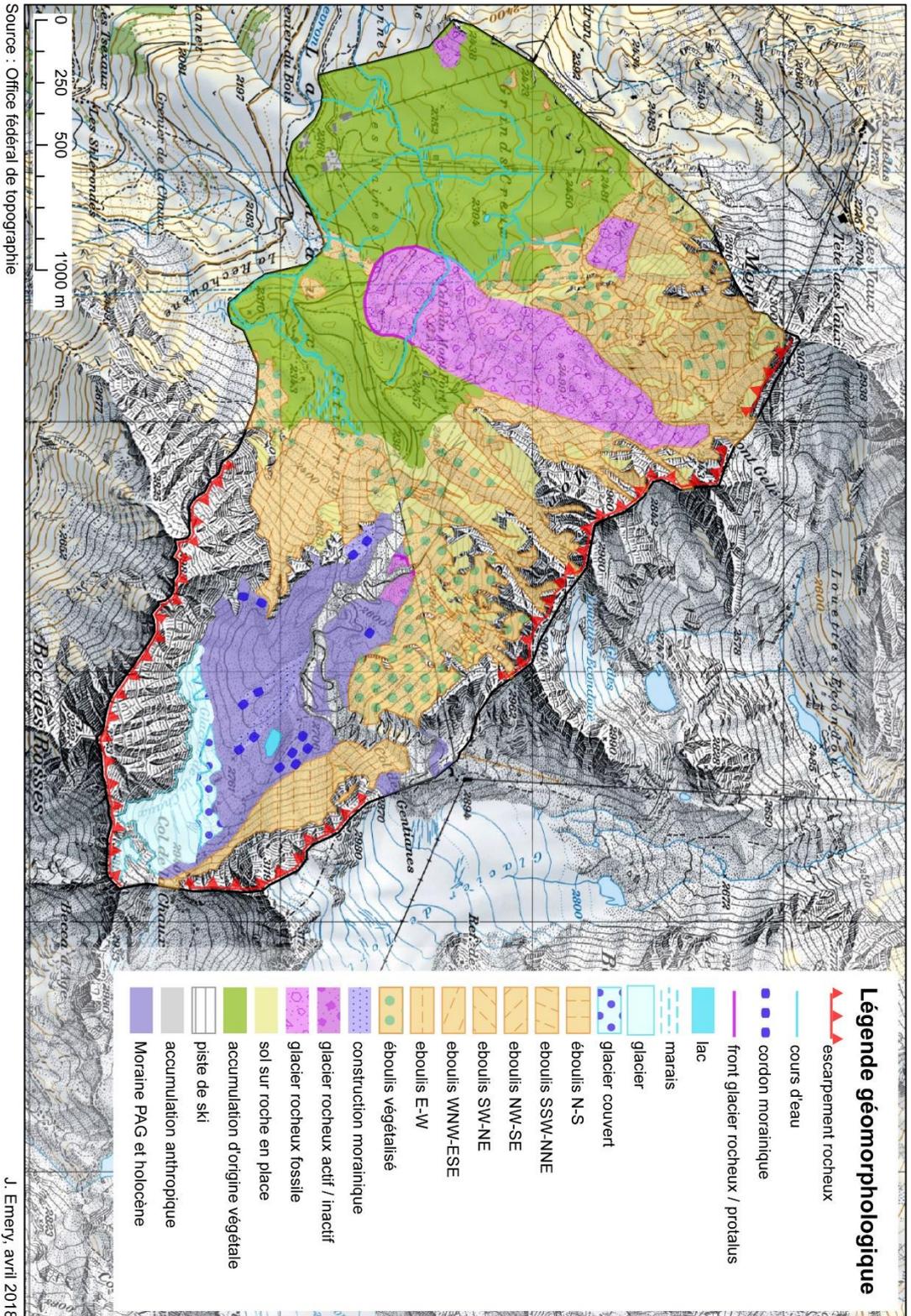


D54



D55 : La géomorphologie du secteur de La Chaux en 2010

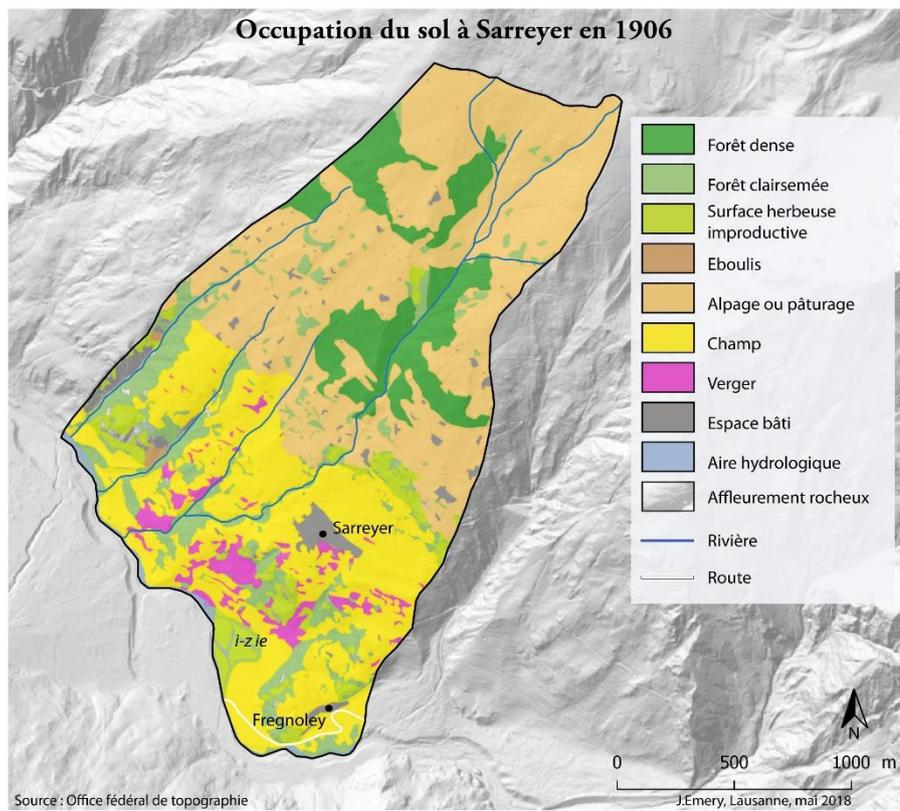
La Chaux



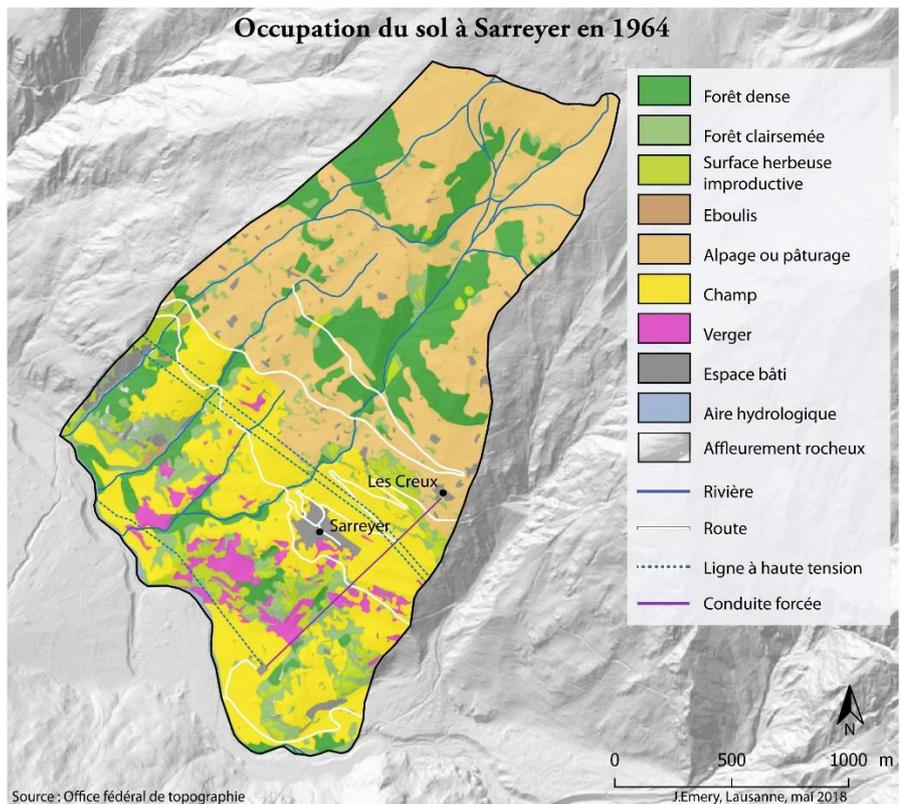
8.5. Secteur de Sarreyer

8.5.1. Cartes synchroniques :

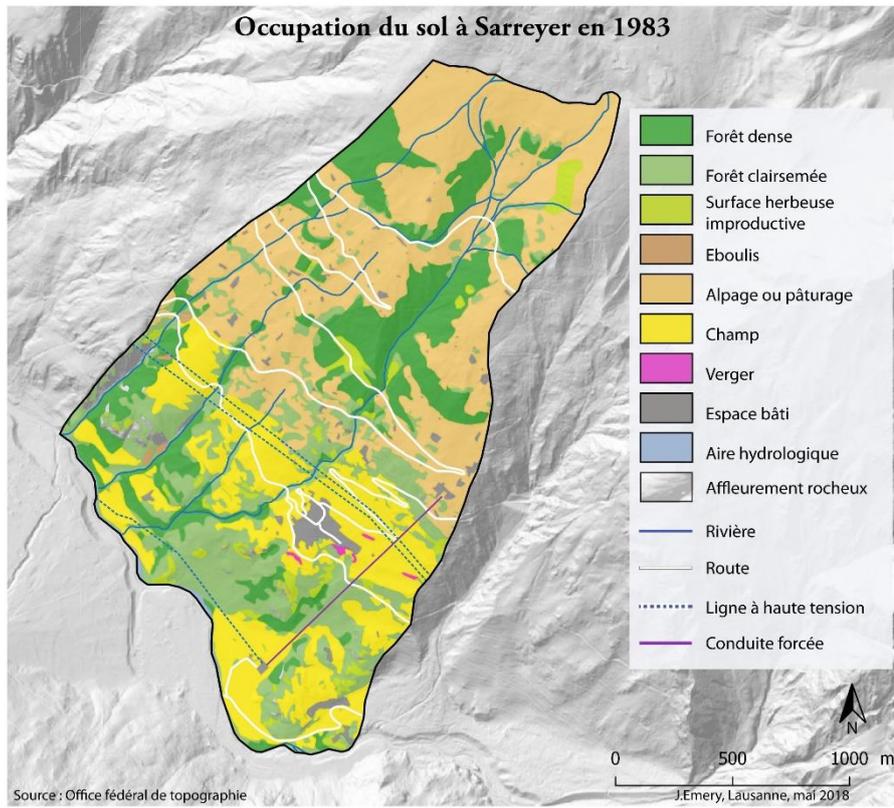
E01



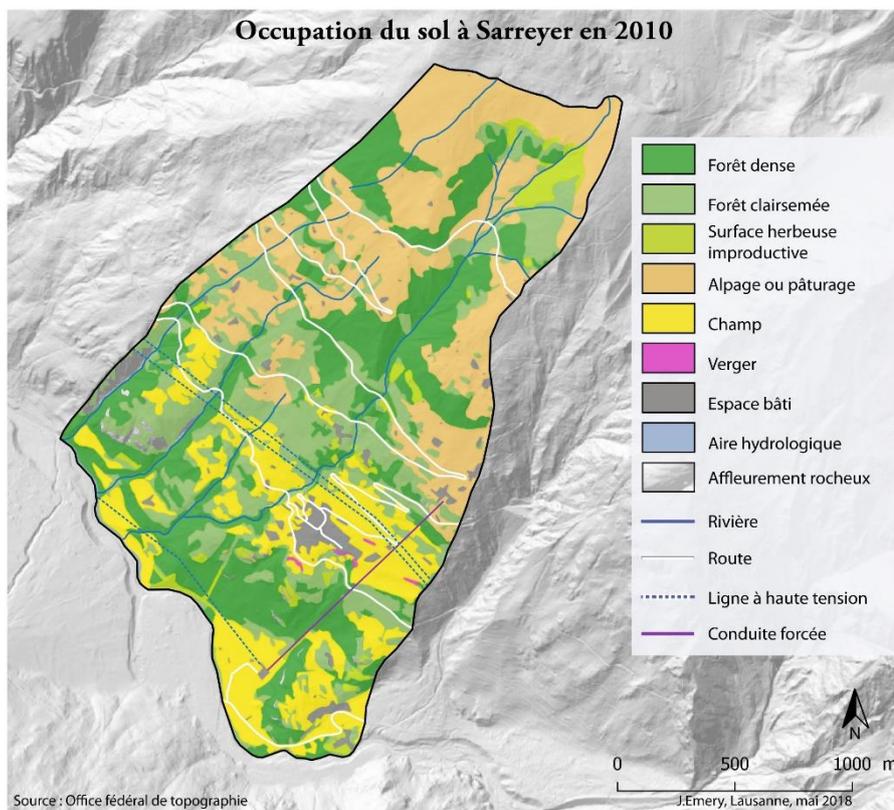
E02



E03



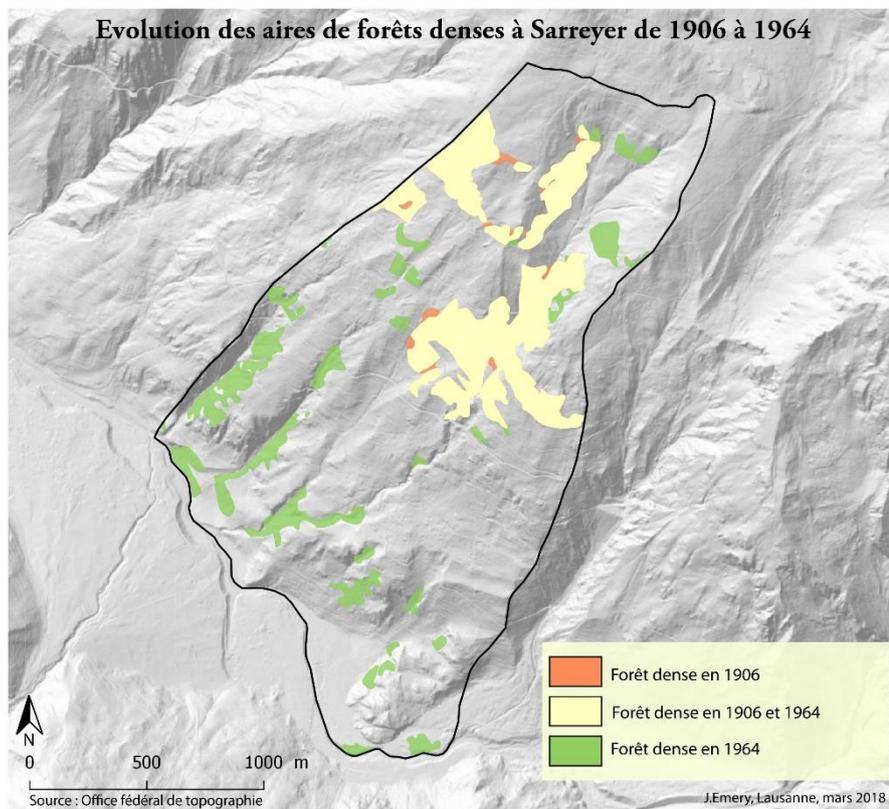
E04



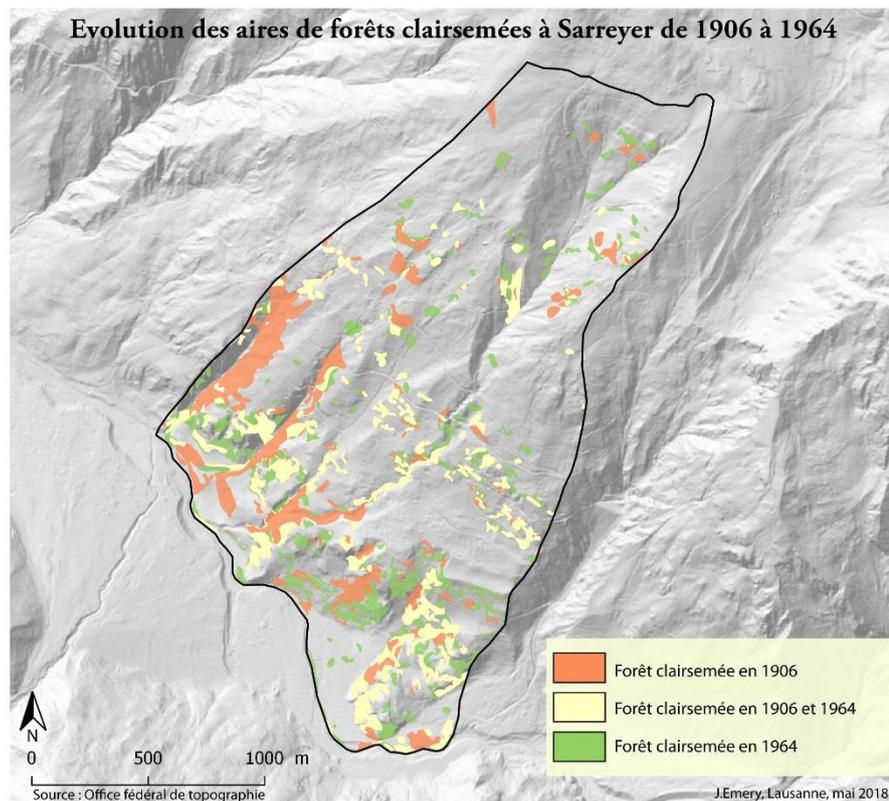
8.5.2. Cartes diachroniques :

1906 – 1964

E05

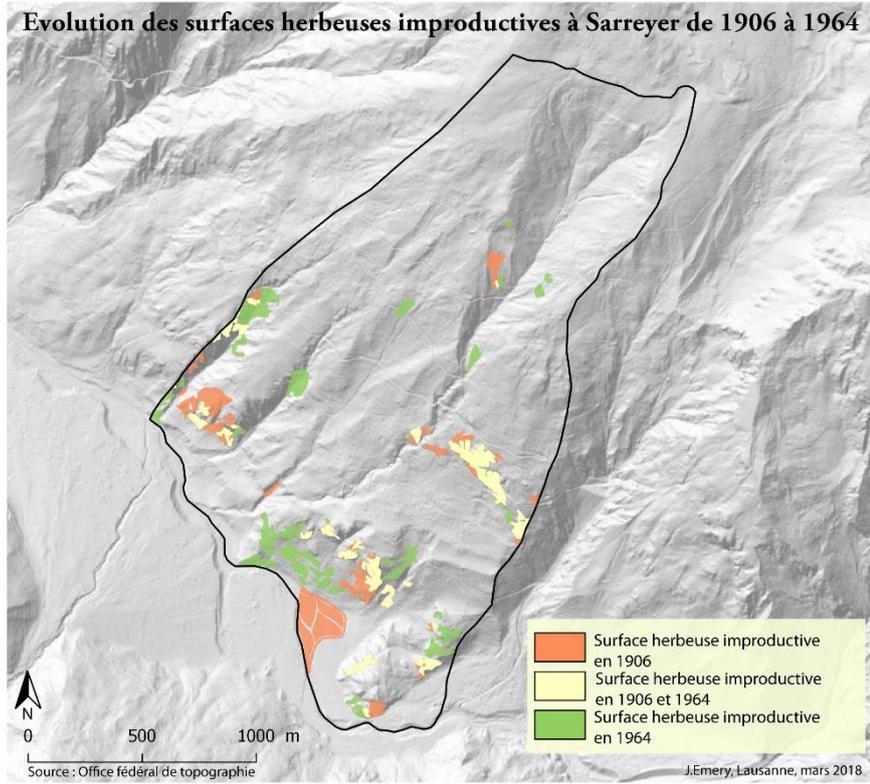


E06



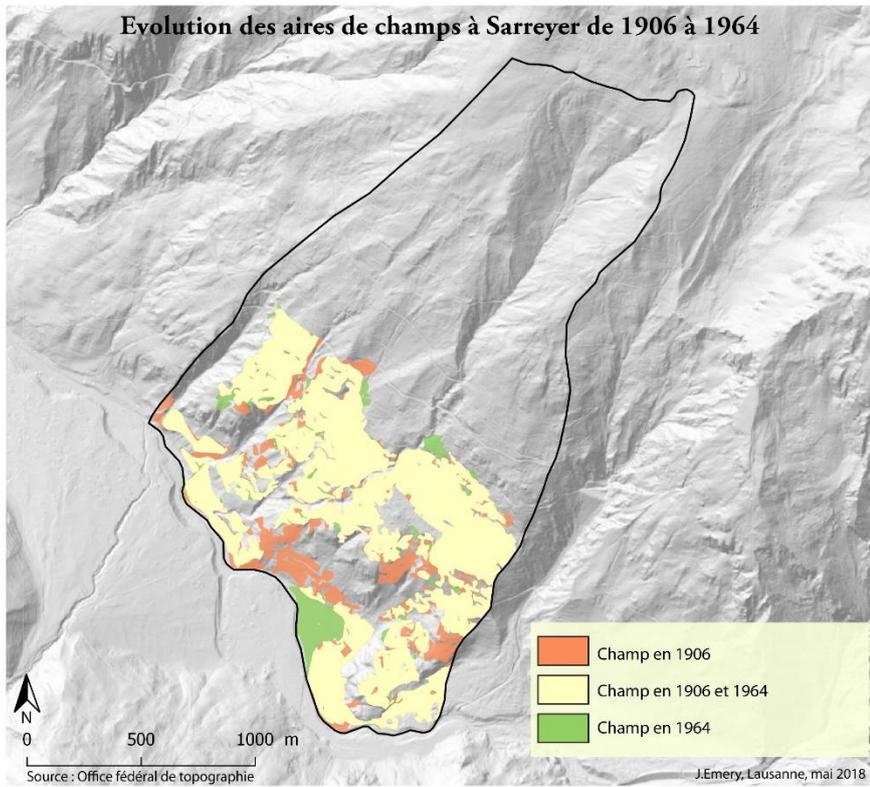
E07

Evolution des surfaces herbeuses improductives à Sarreyer de 1906 à 1964



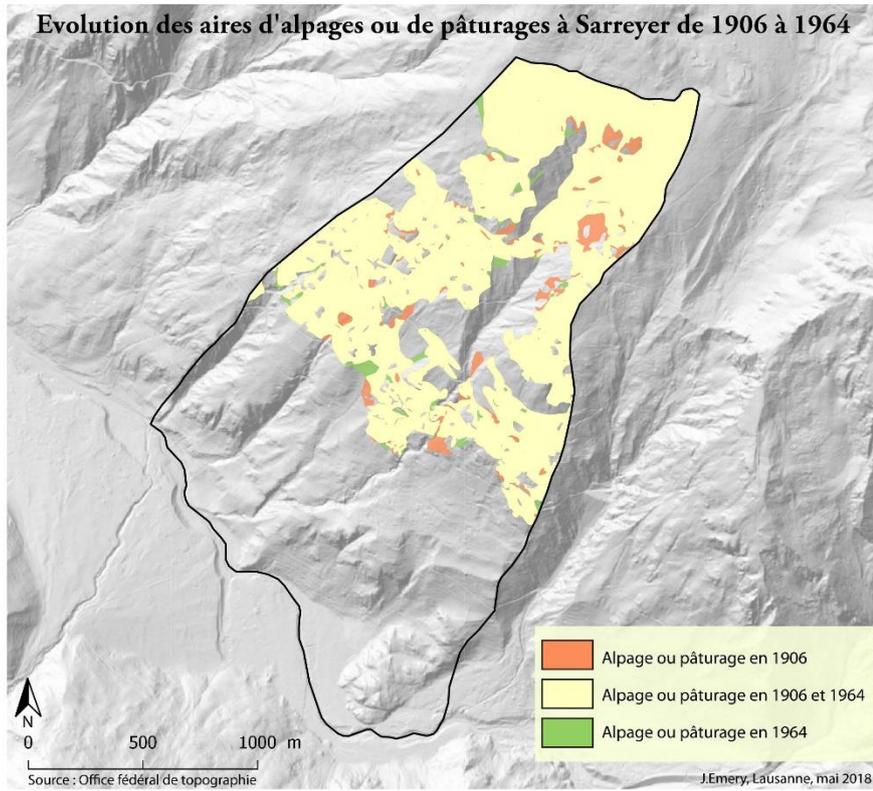
E08

Evolution des aires de champs à Sarreyer de 1906 à 1964



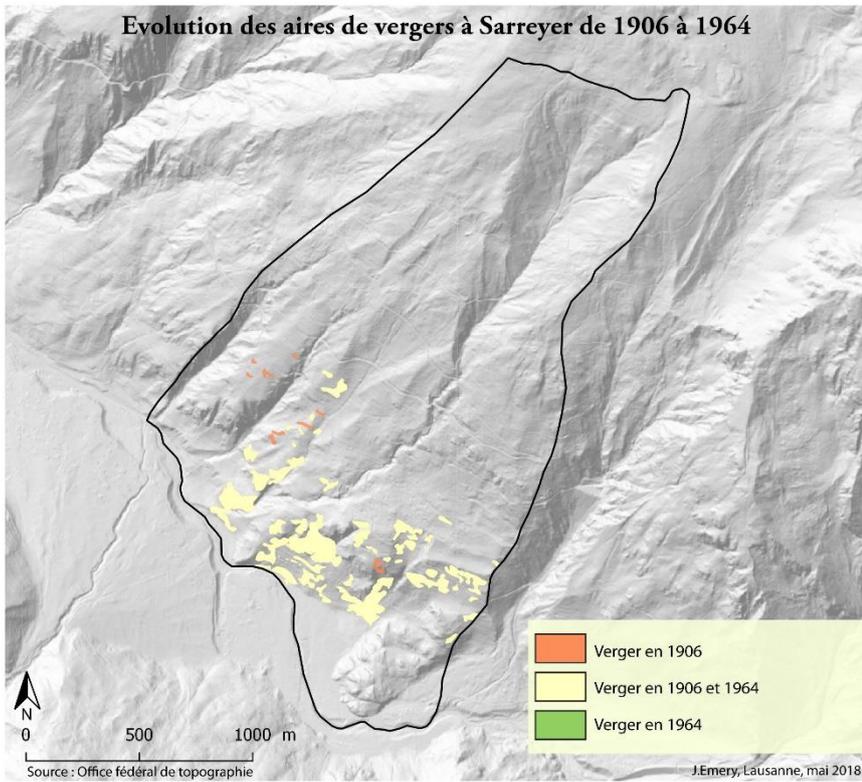
E09

Evolution des aires d'alpages ou de pâturages à Sarreyer de 1906 à 1964

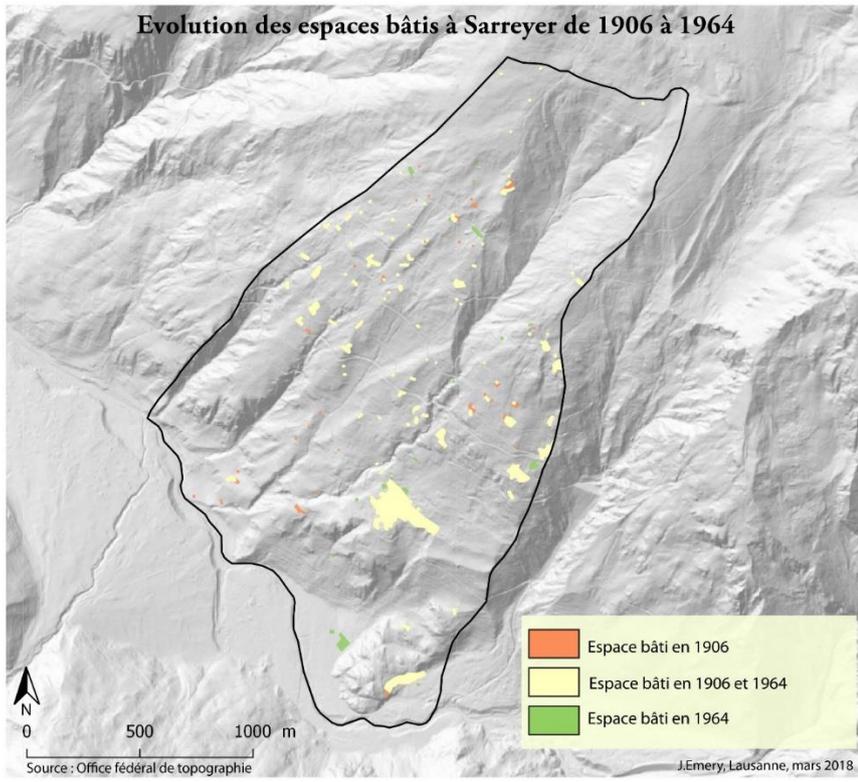


E10

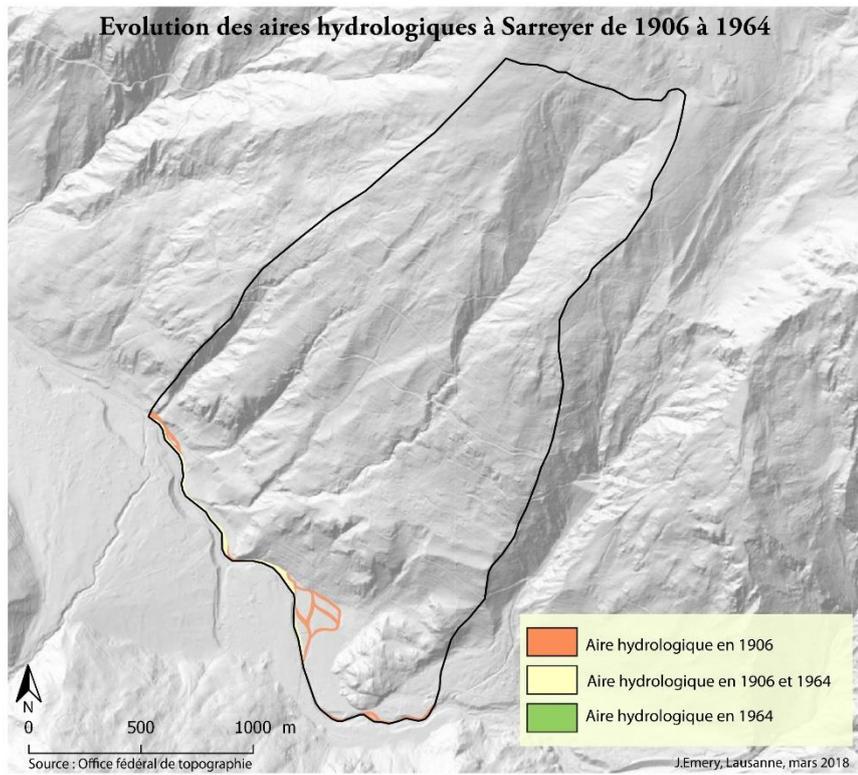
Evolution des aires de vergers à Sarreyer de 1906 à 1964



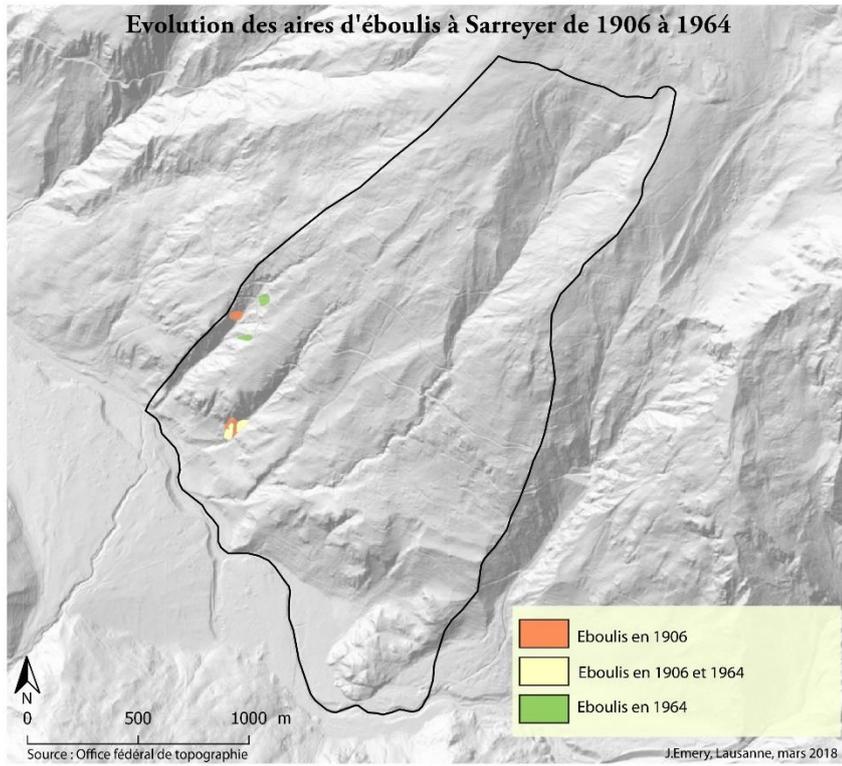
E11



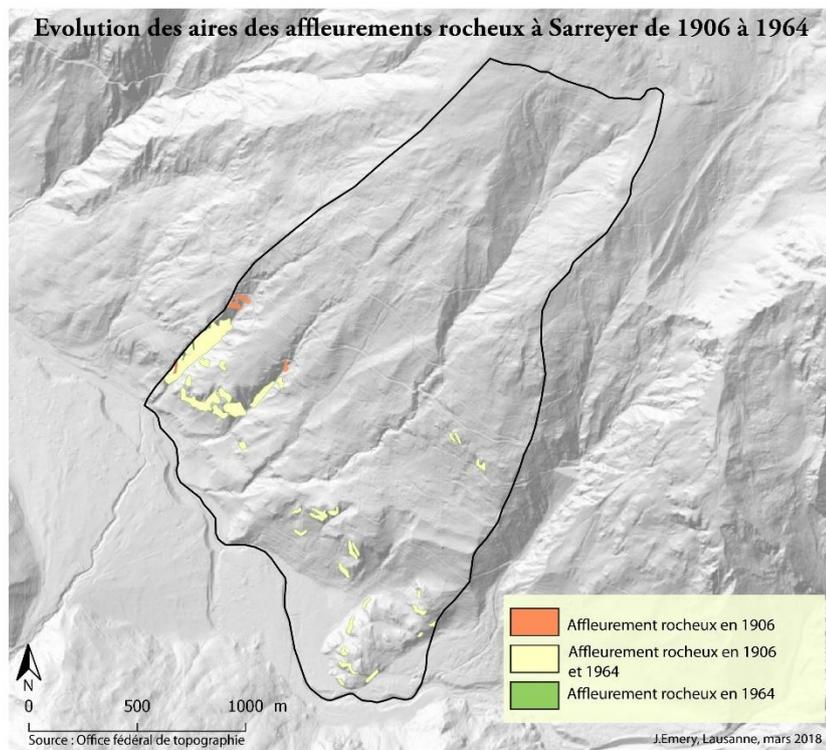
E12



E13

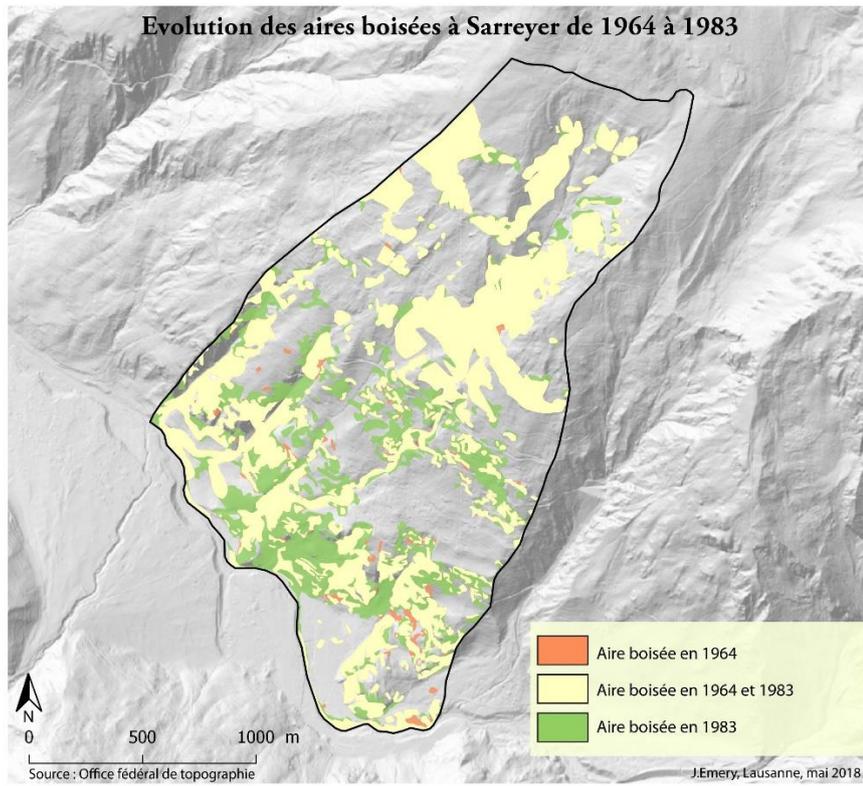


E14

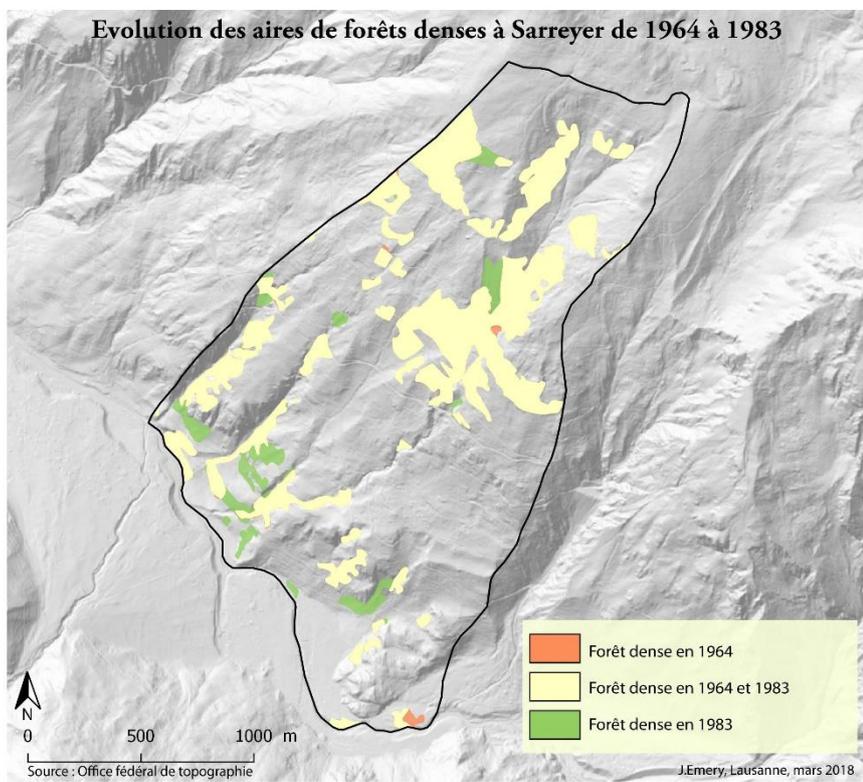


1964 – 1983

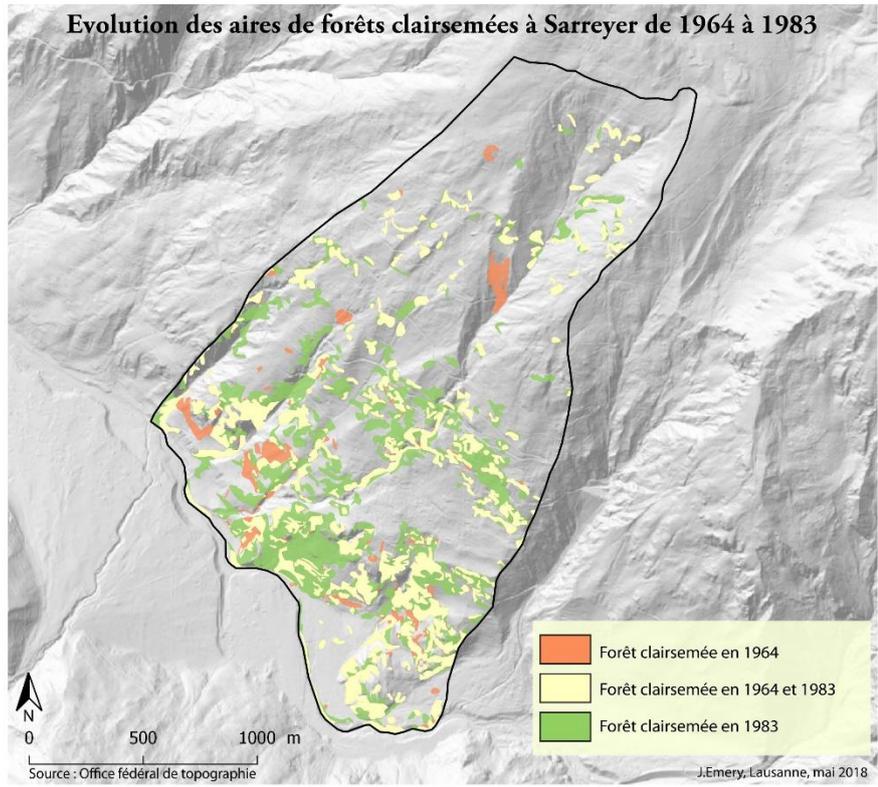
E15



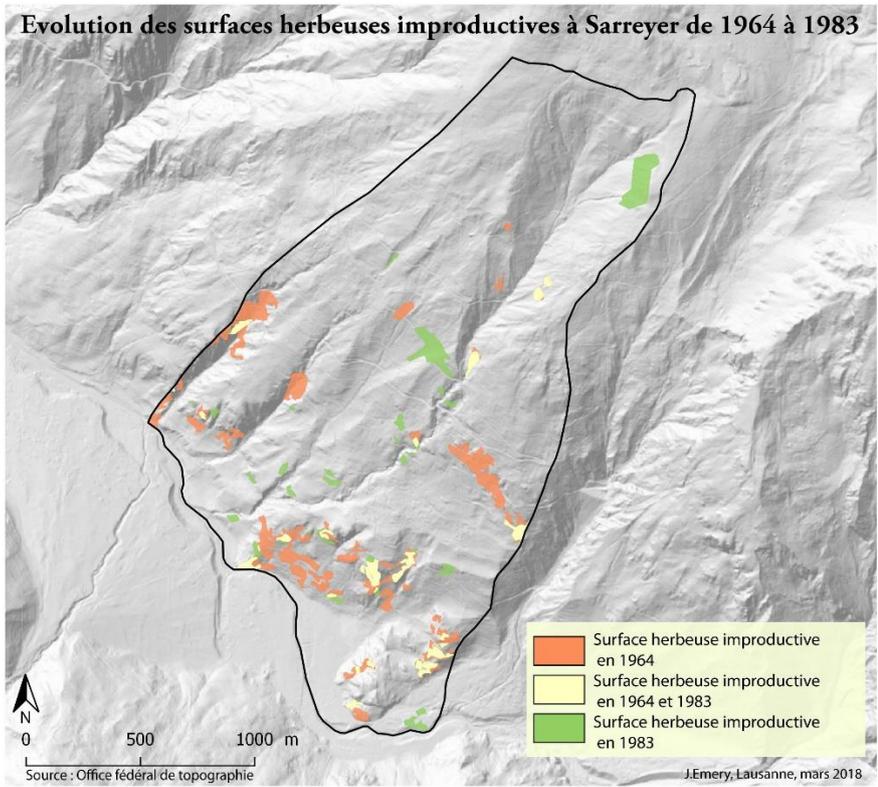
E16



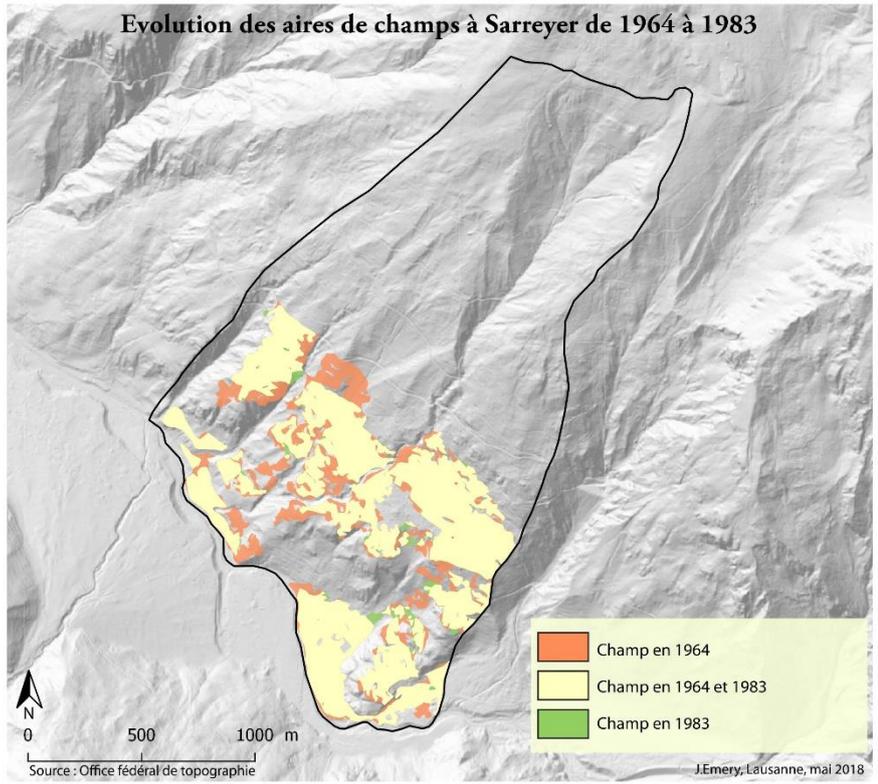
E17



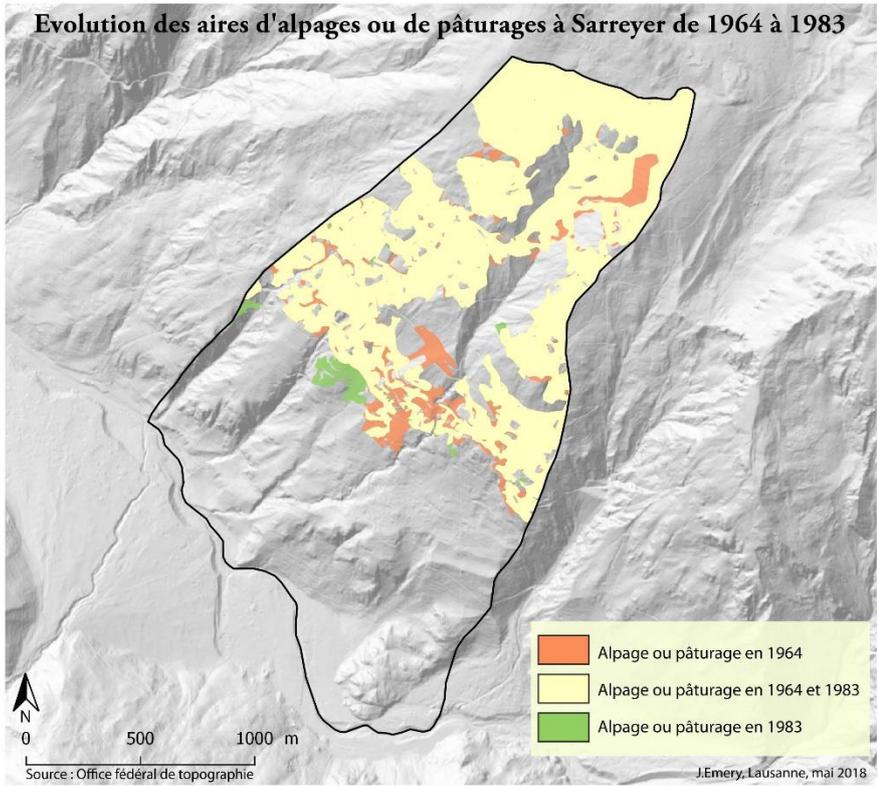
E18



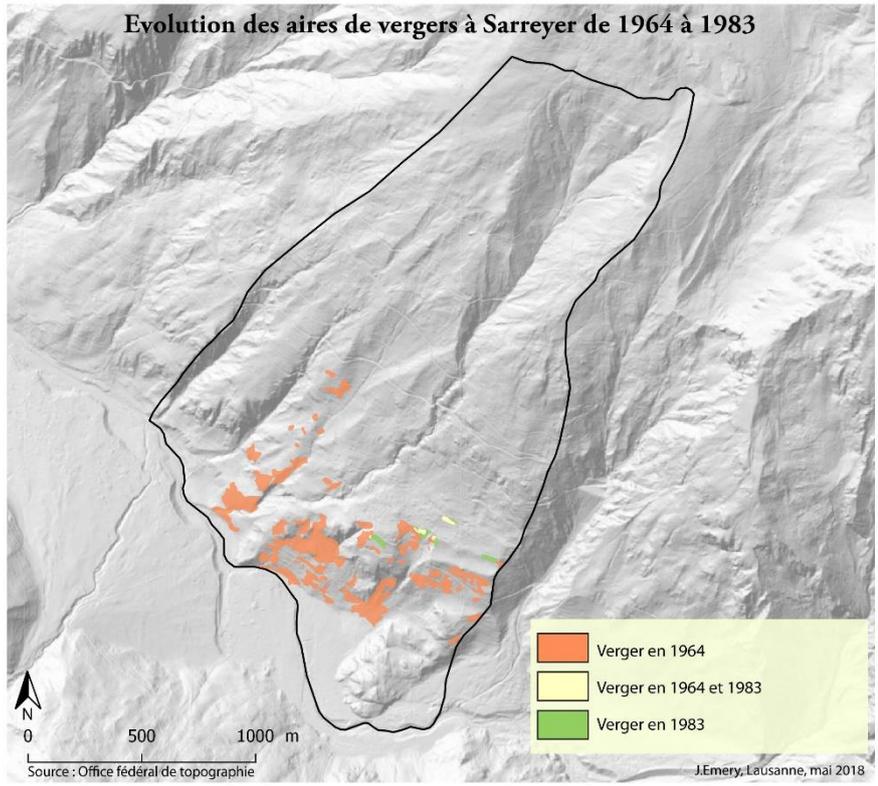
E19



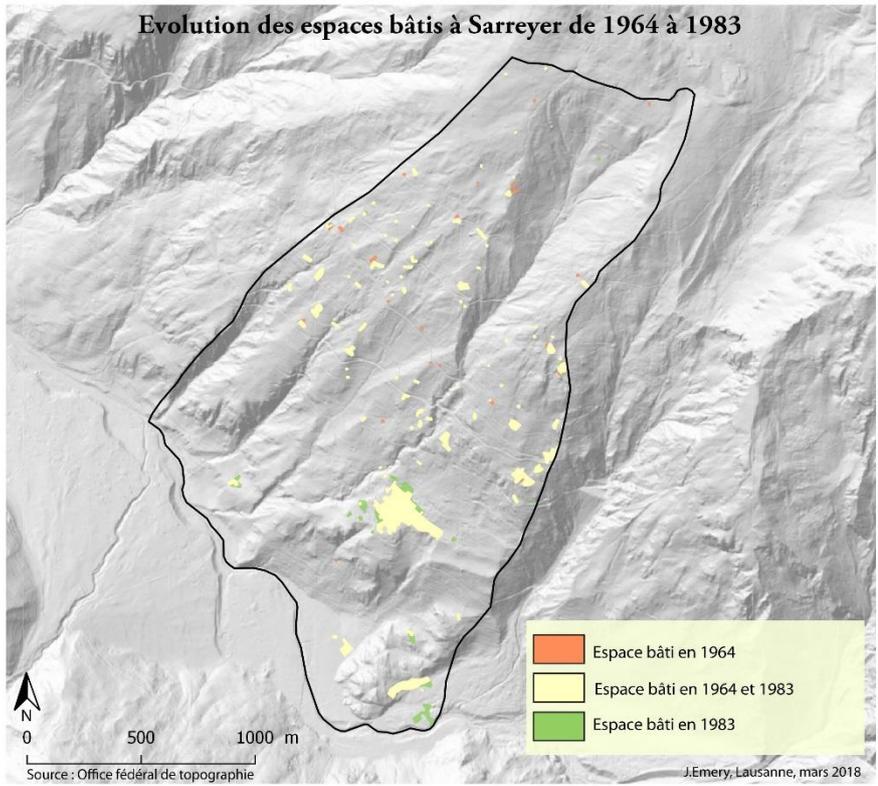
E20



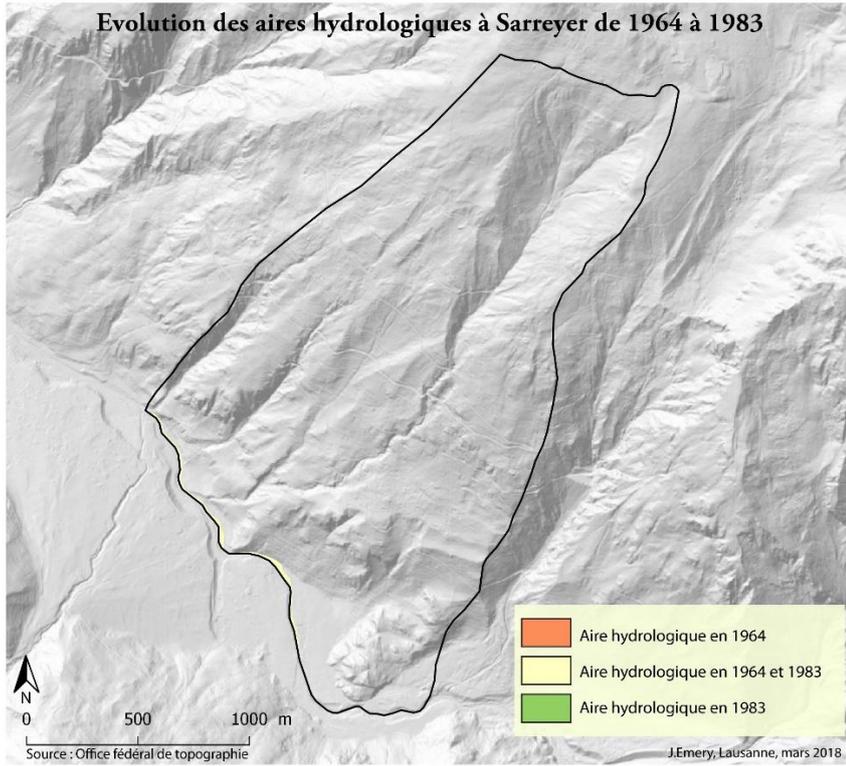
E21



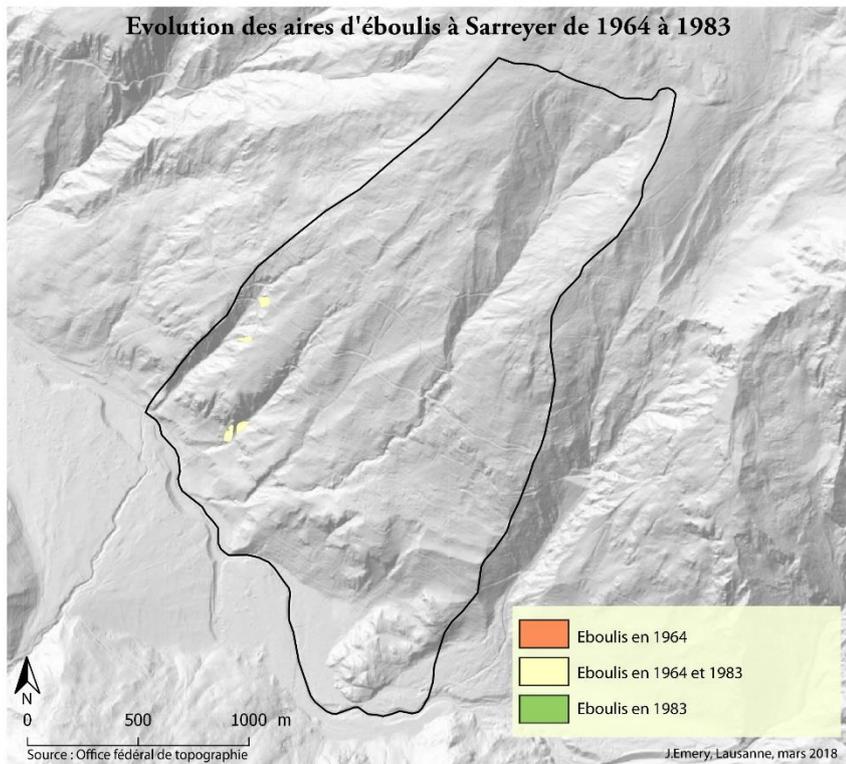
E22



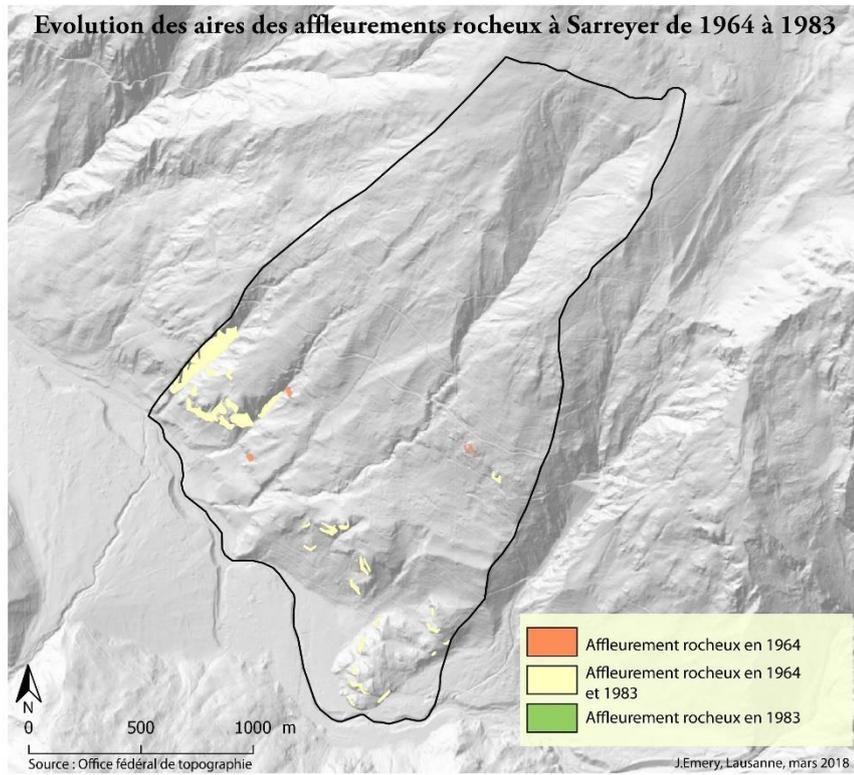
E23



E24

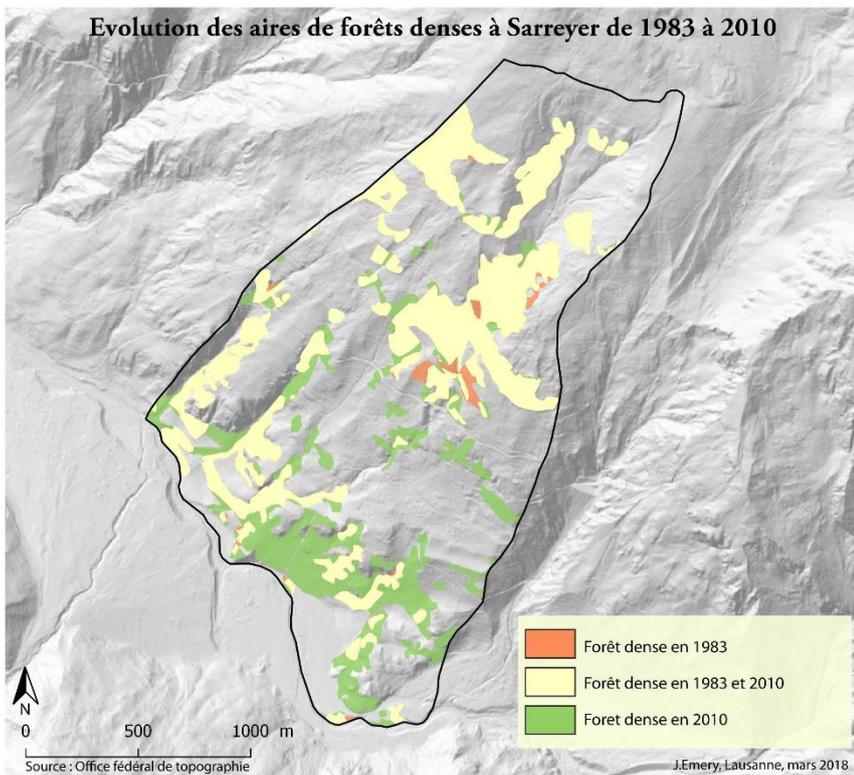


E25



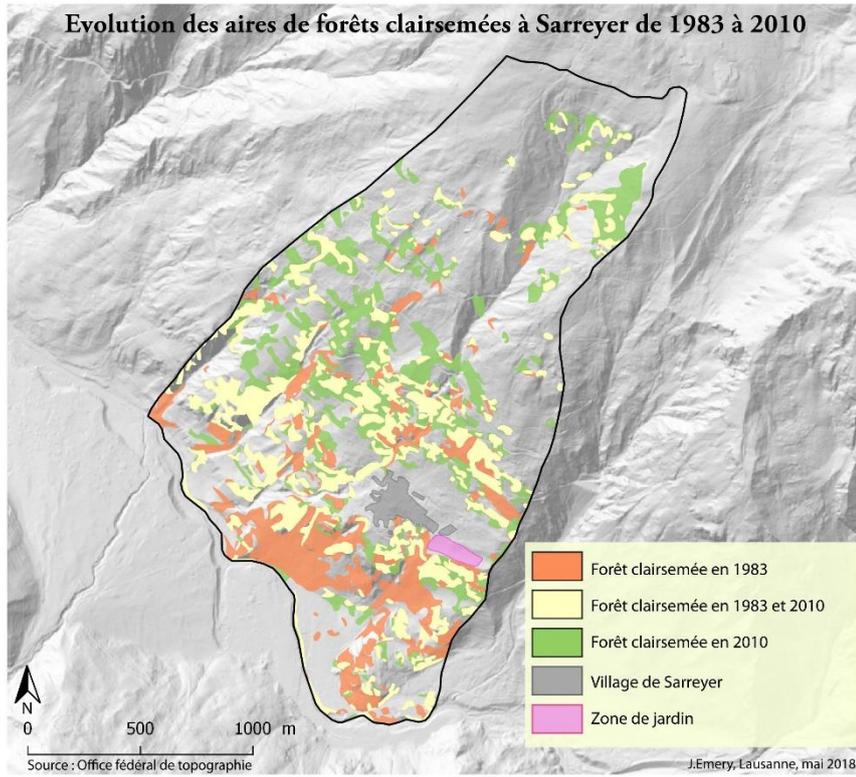
1983 – 2010

E26



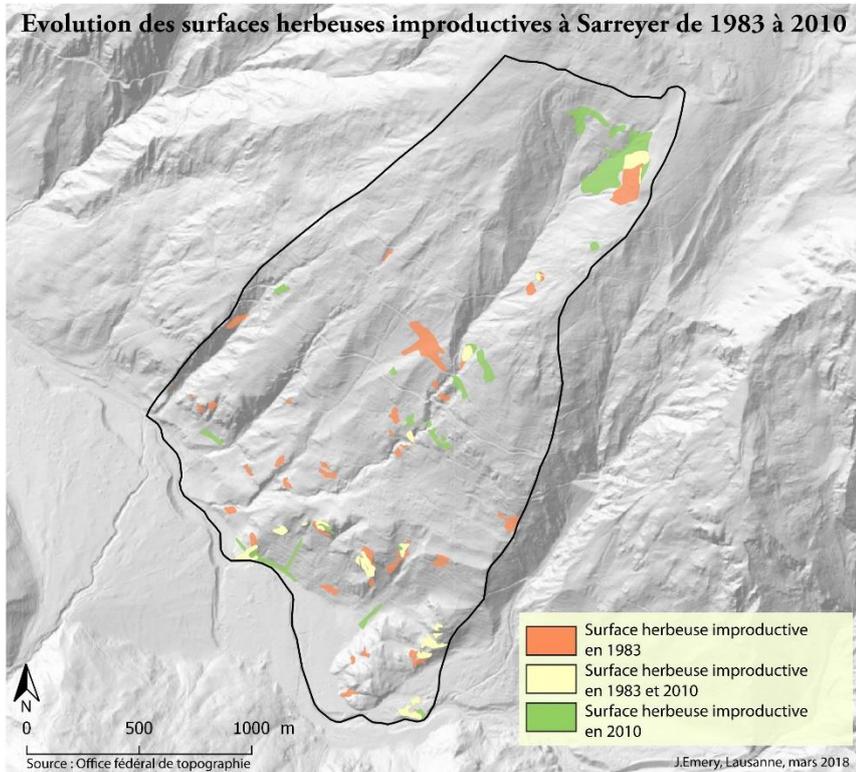
E27

Evolution des aires de forêts clairsemées à Sarreyer de 1983 à 2010

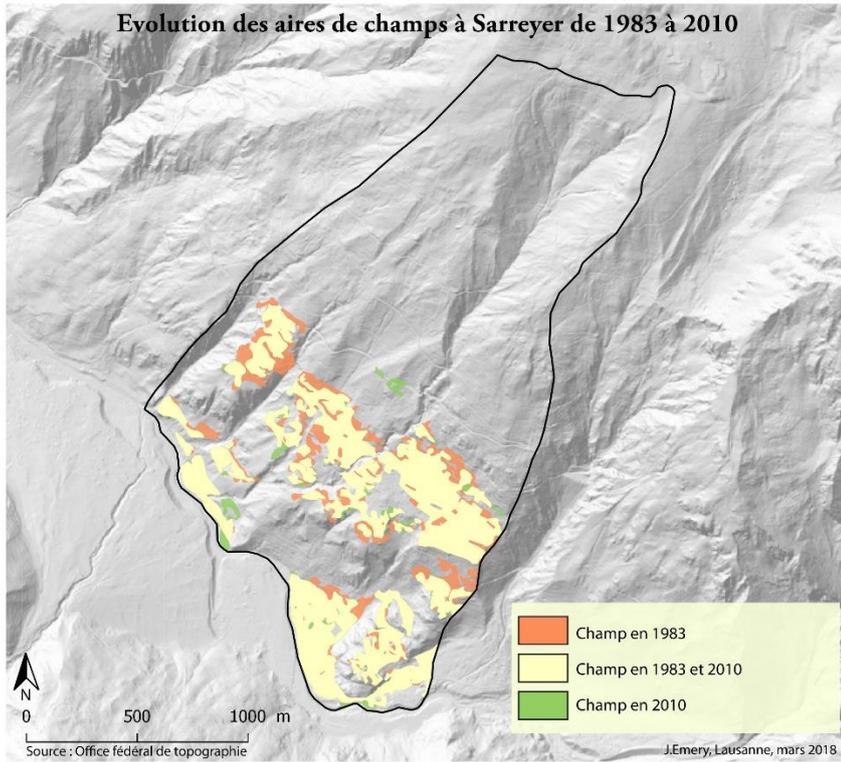


E28

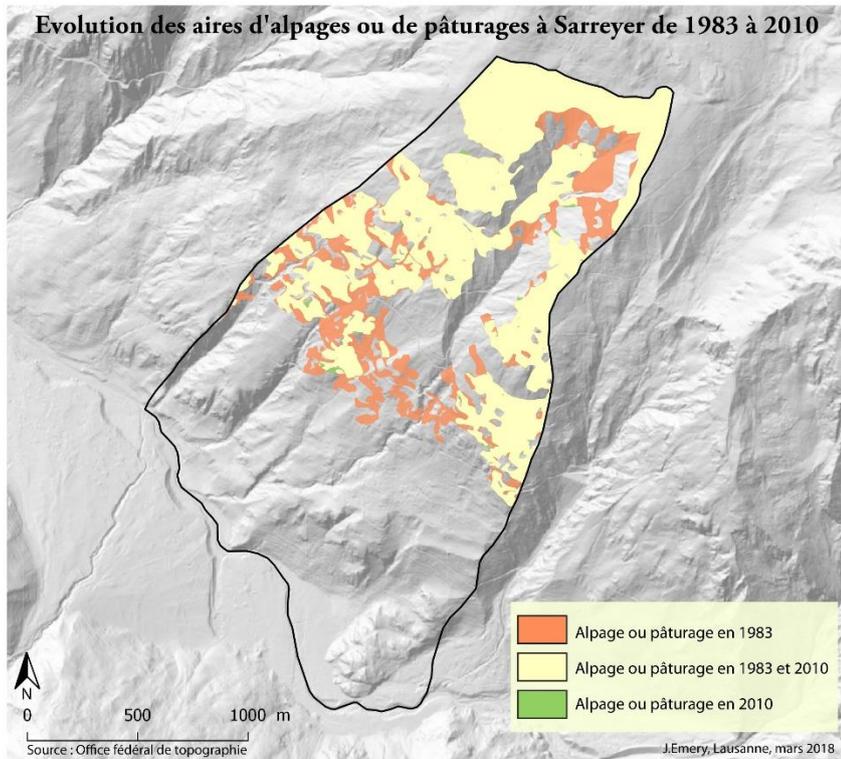
Evolution des surfaces herbeuses improductives à Sarreyer de 1983 à 2010



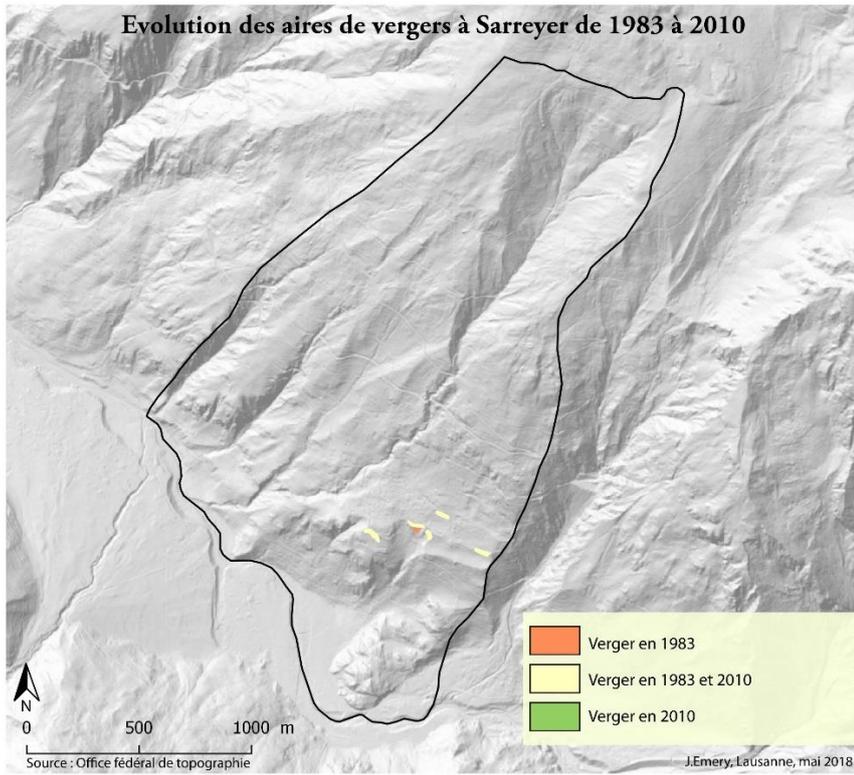
E29



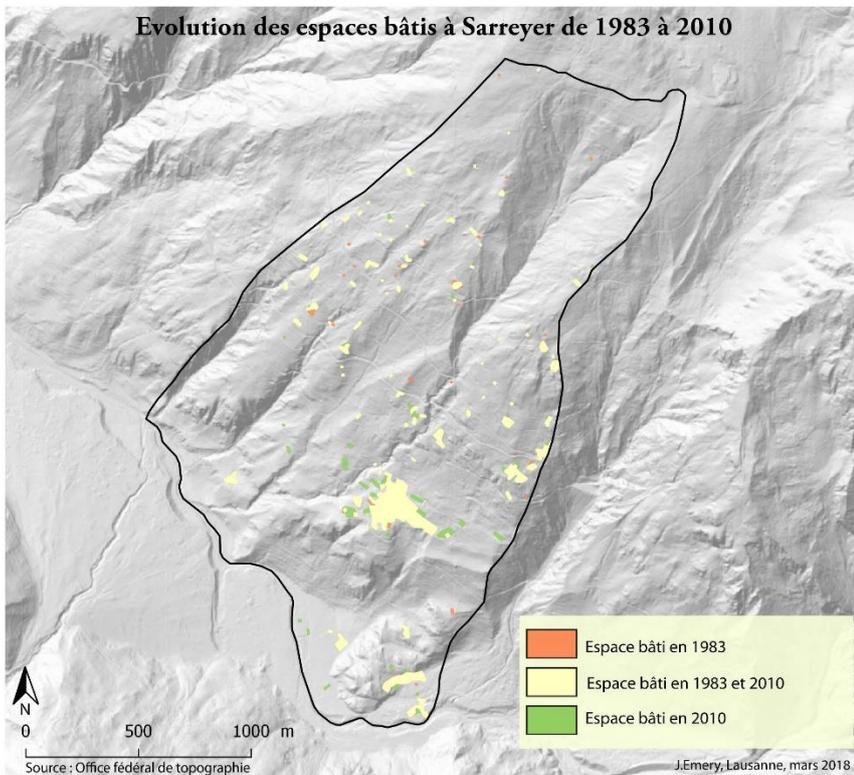
E30



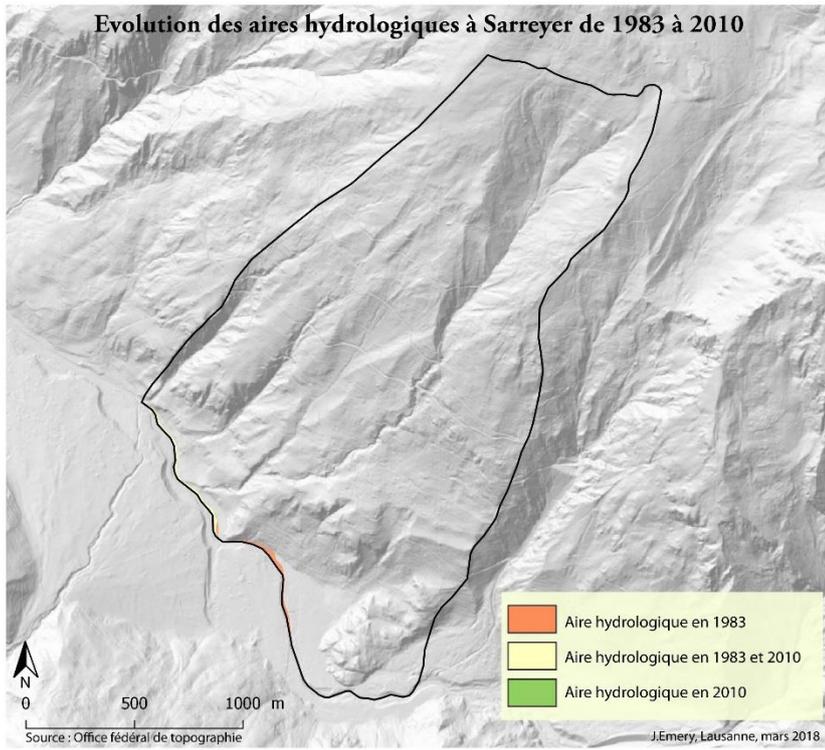
E31



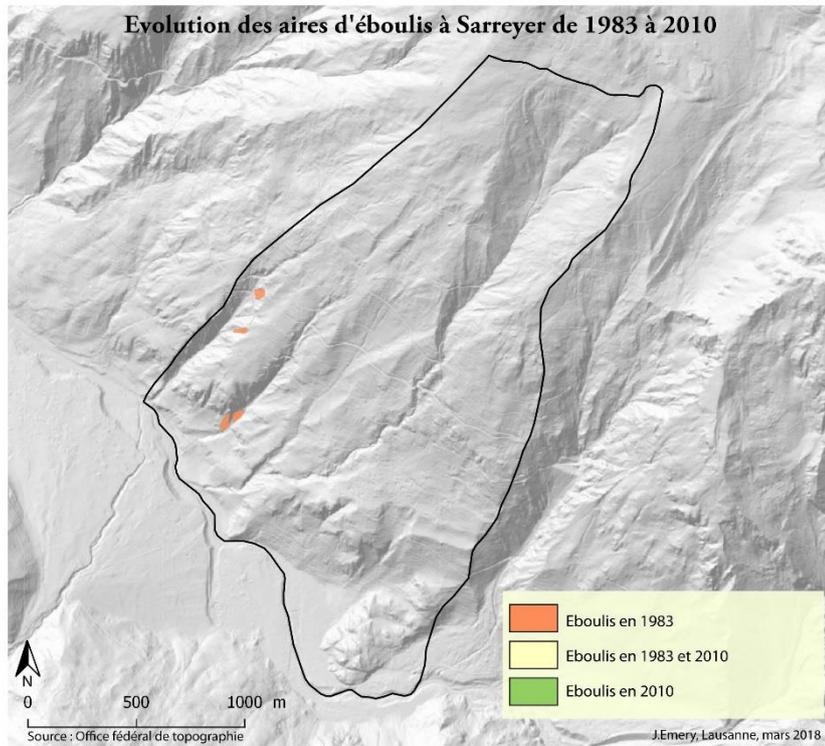
E32



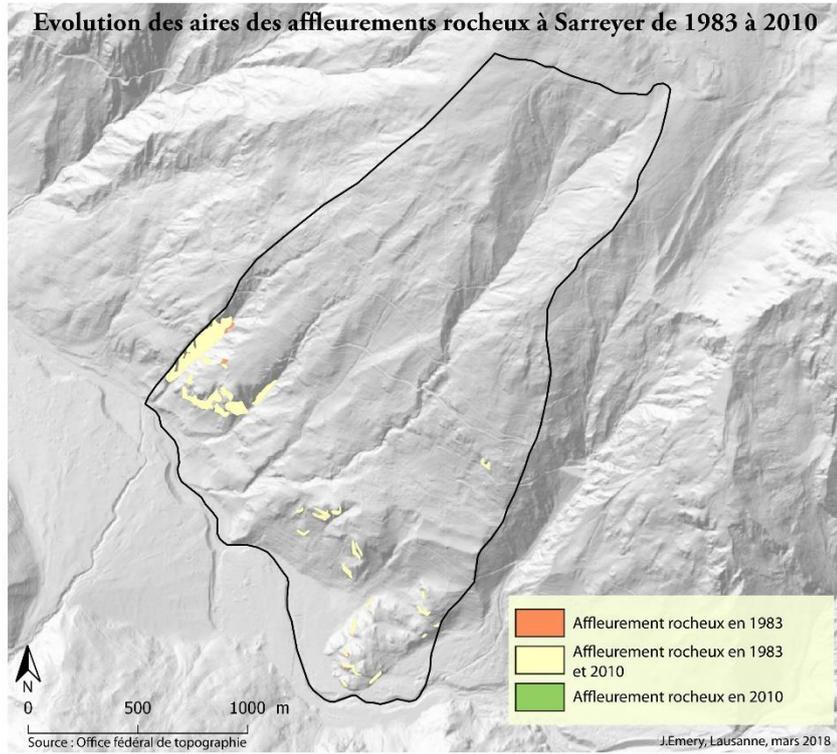
E33



E34

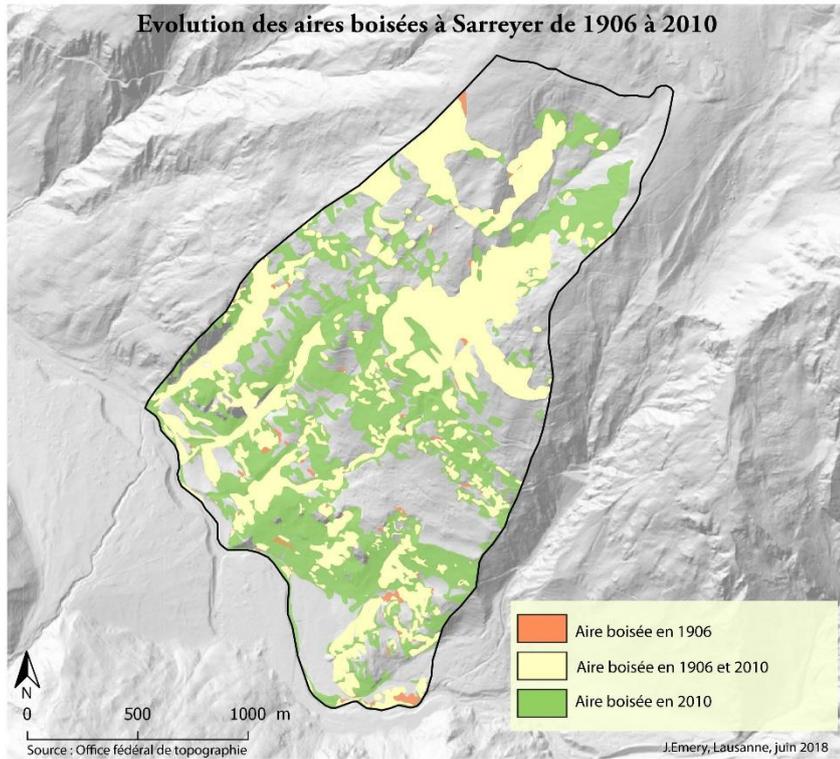


E35

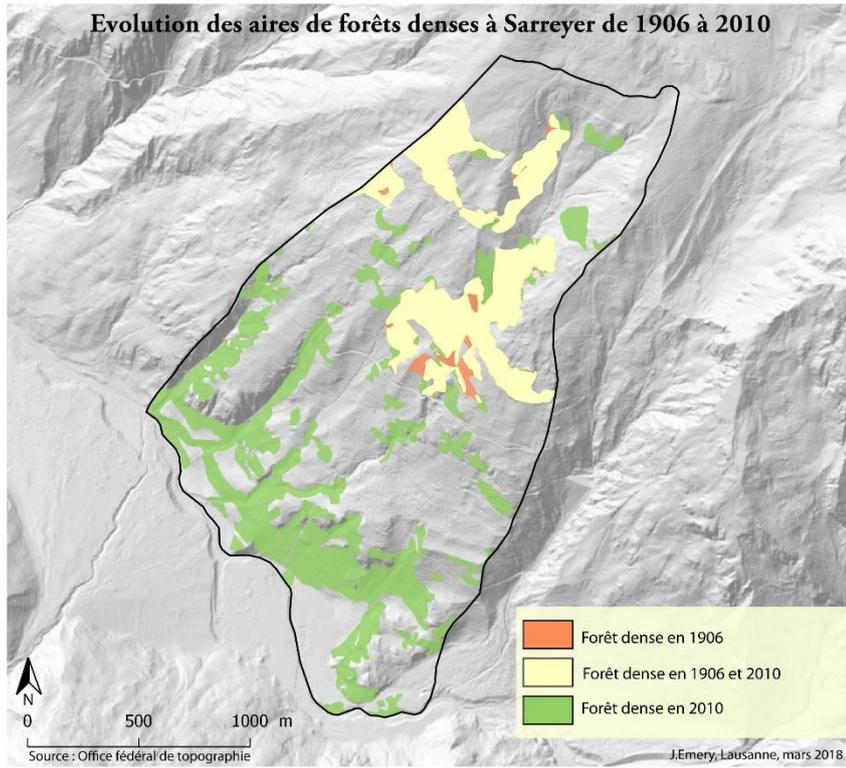


1906 – 2010

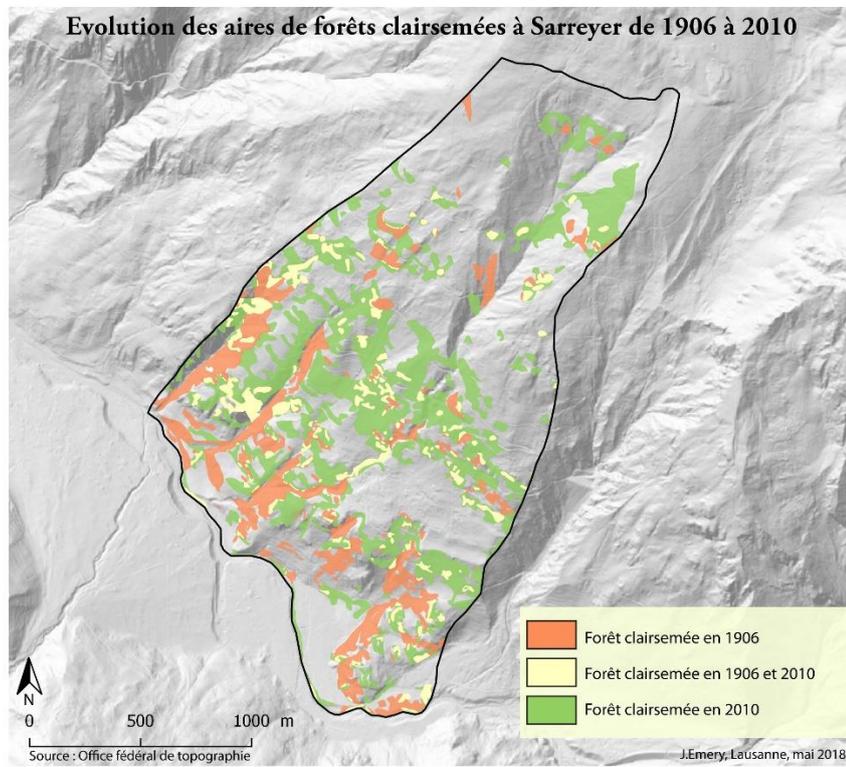
E36



E37

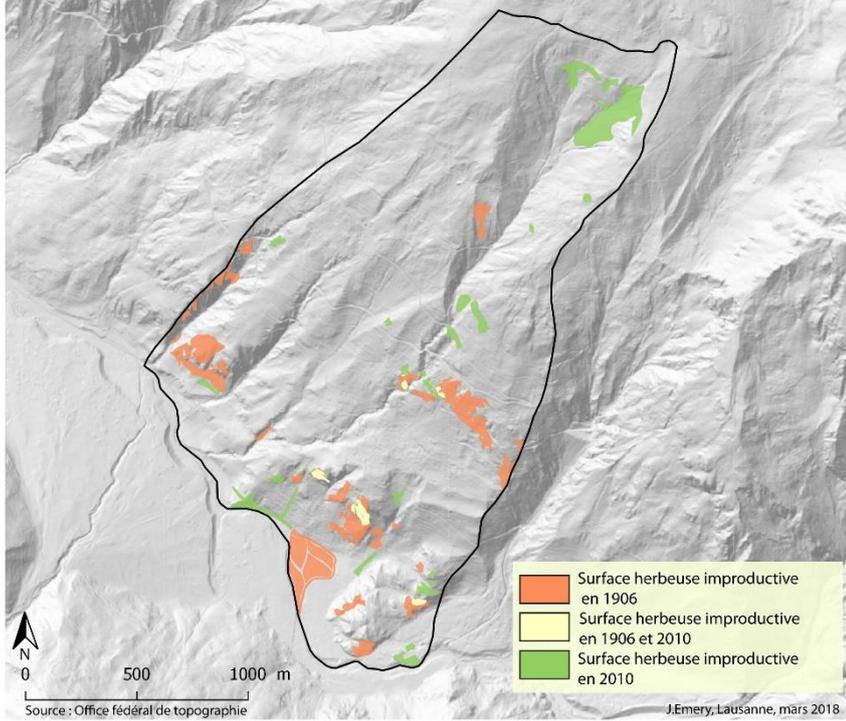


E38



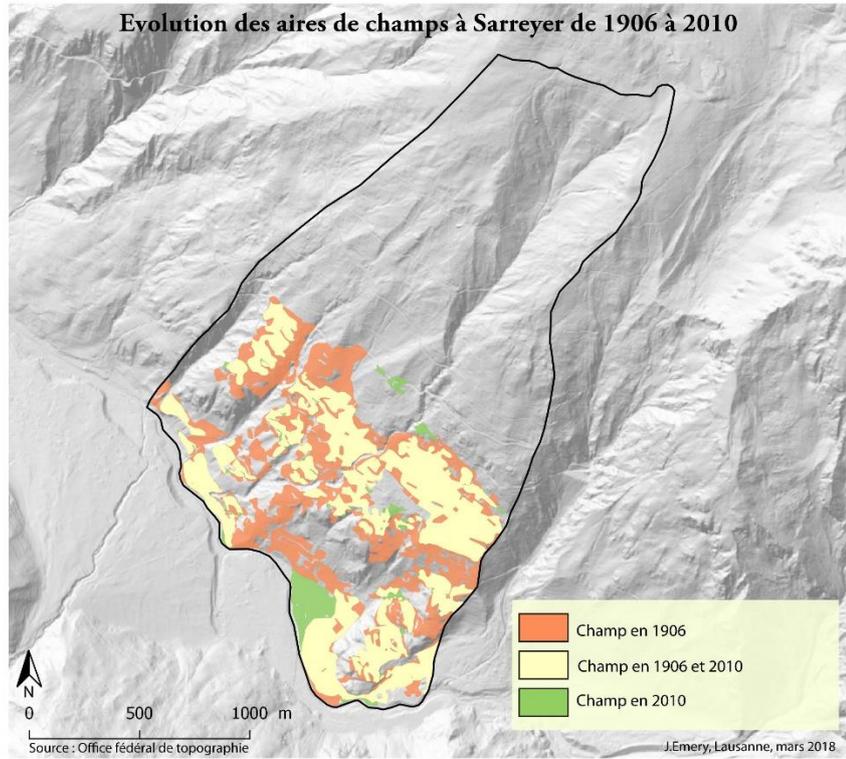
E39

Evolution des surfaces herbeuses improductives à Sarreyer de 1906 à 2010

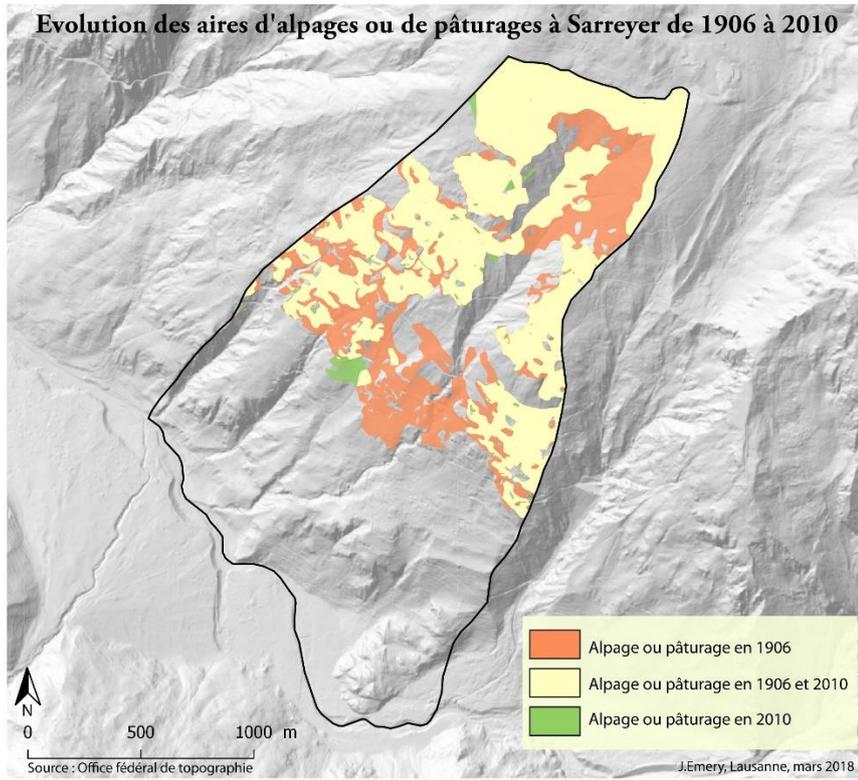


E40

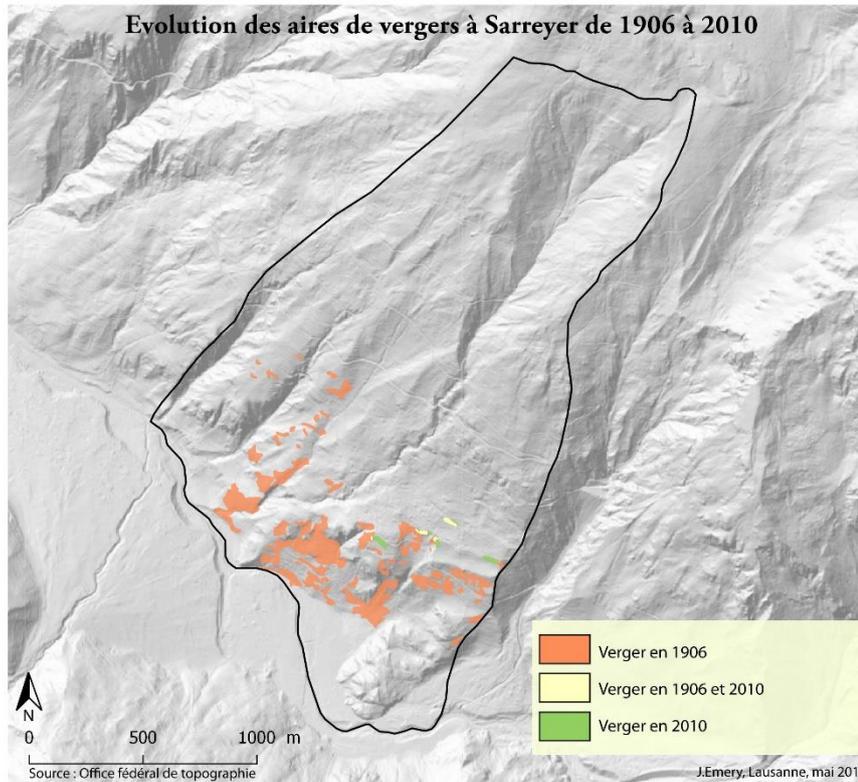
Evolution des aires de champs à Sarreyer de 1906 à 2010



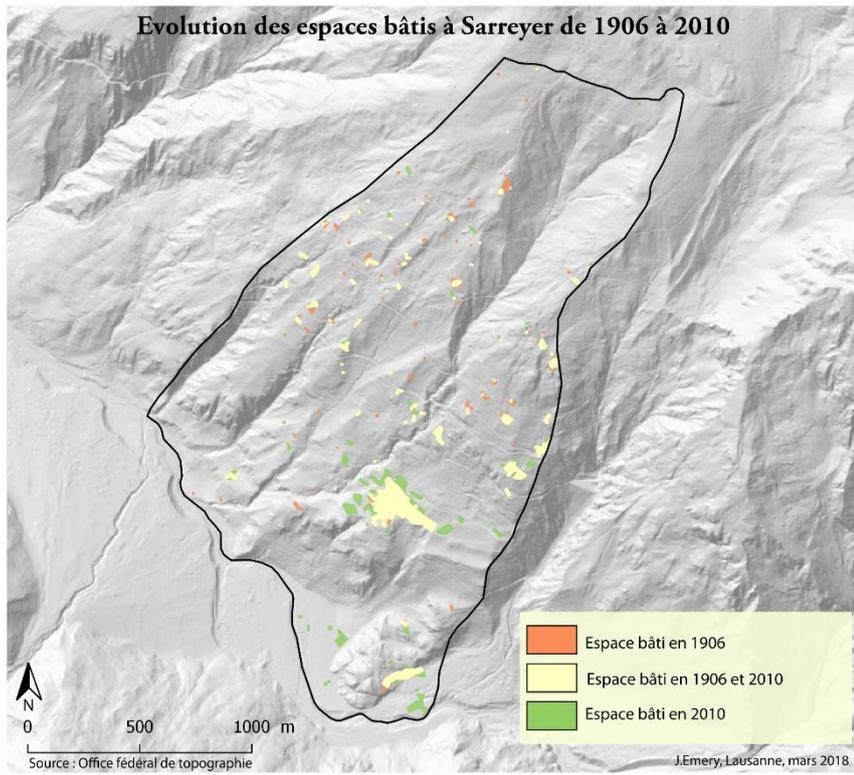
E41



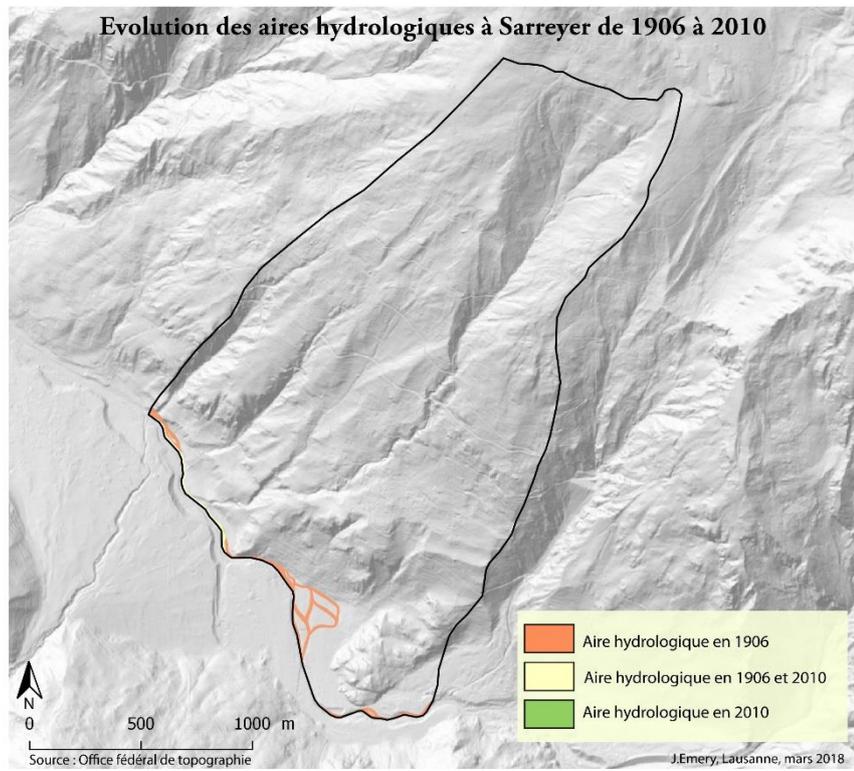
E42



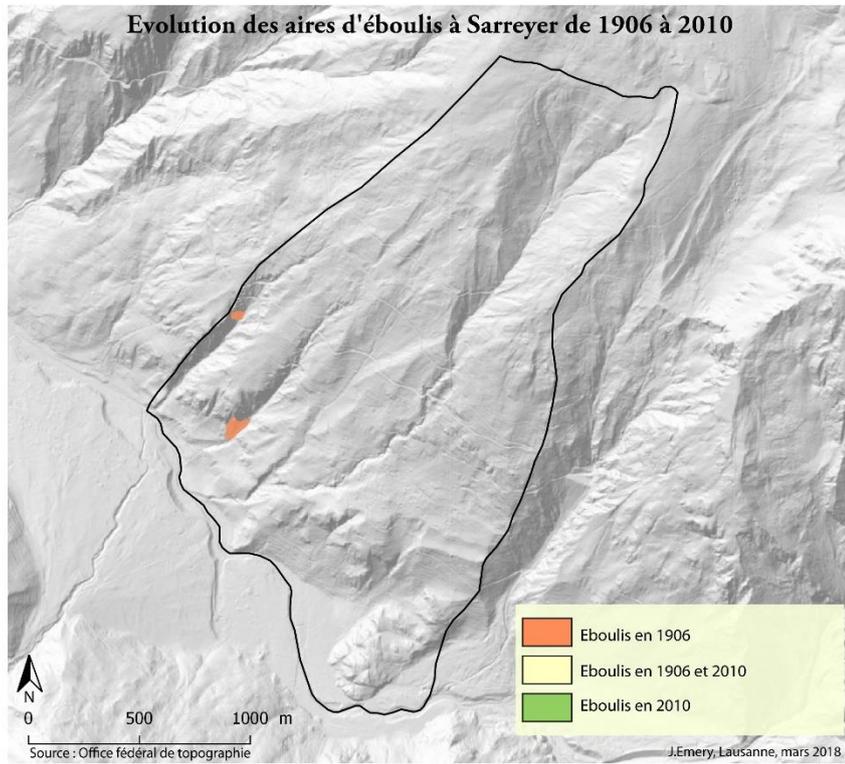
E43



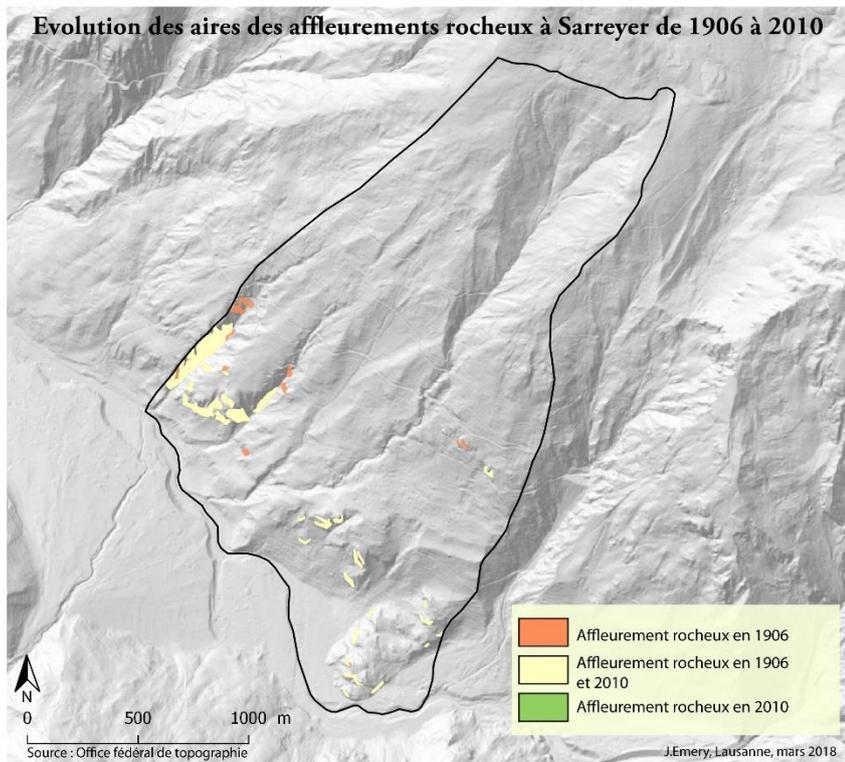
E44



E45

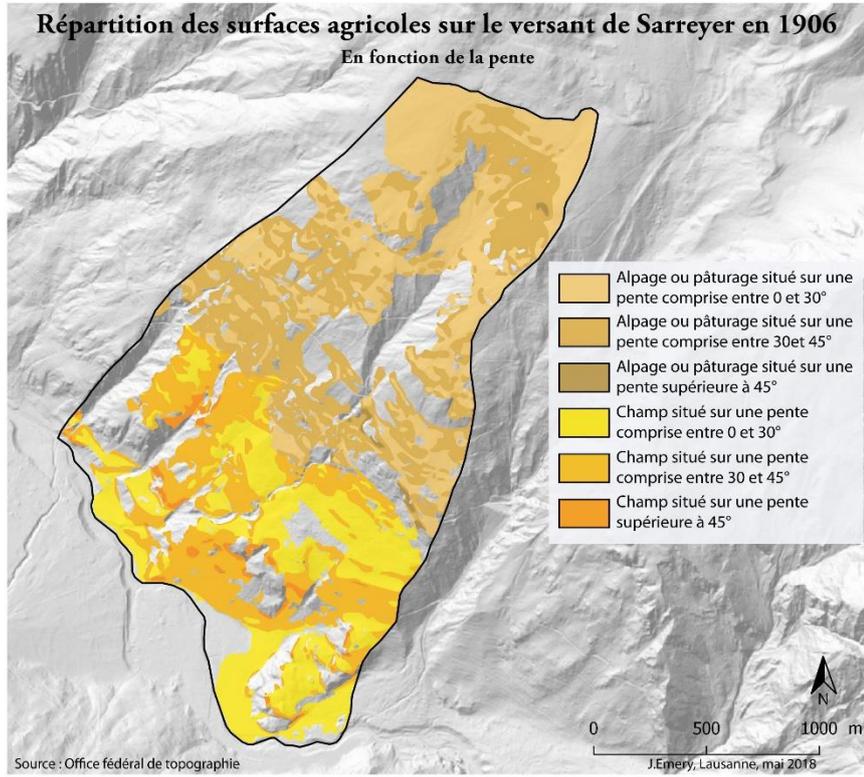


E46

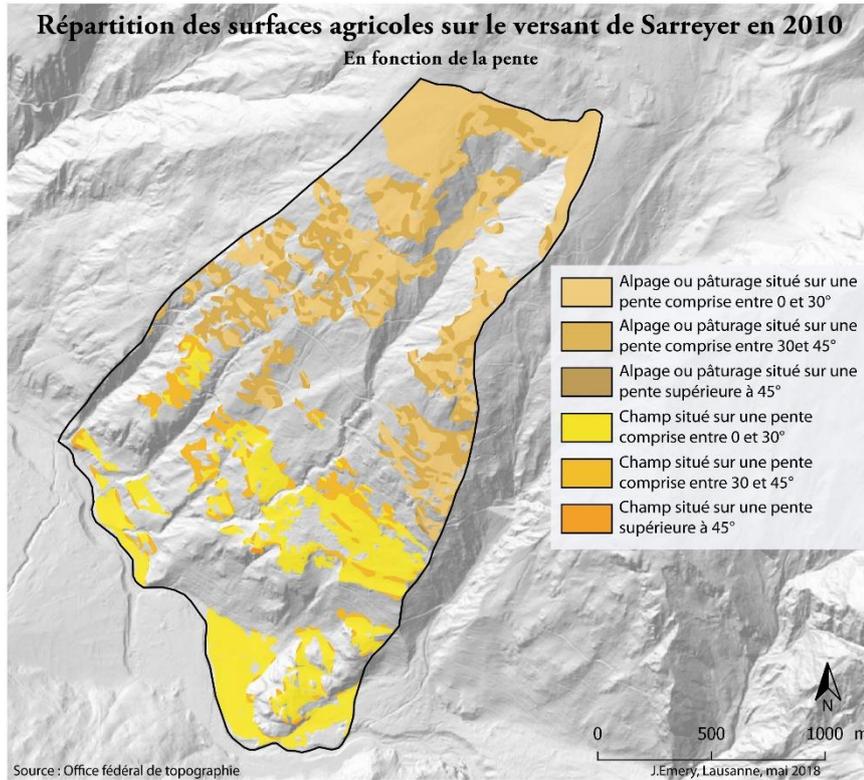


8.5.3. Autre :

E47

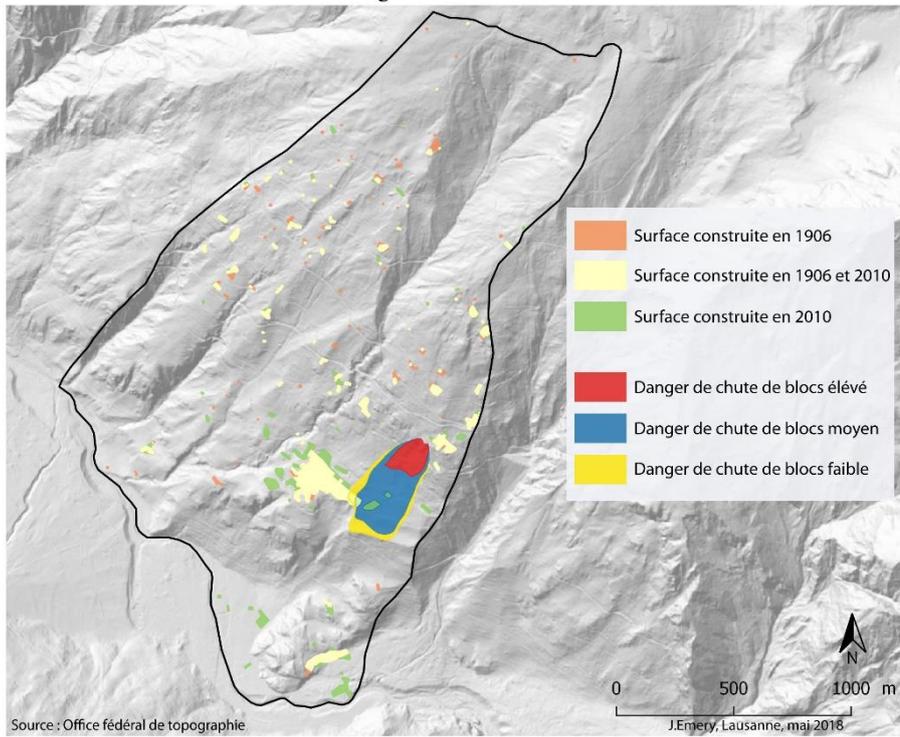


E48



E49

Evolution des surfaces construites sur le versant de Sarreyer de 1906 à 2010 en relation avec le danger de chute de blocs

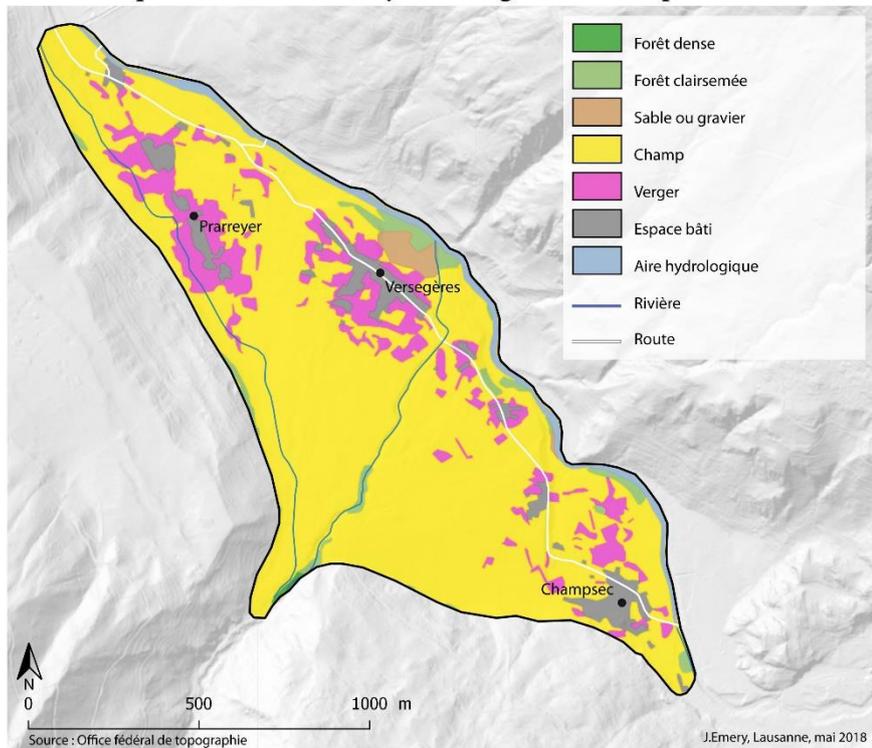


8.6. Secteur de Prarreyer, Versegères et Champsec

8.6.1. Cartes synchroniques :

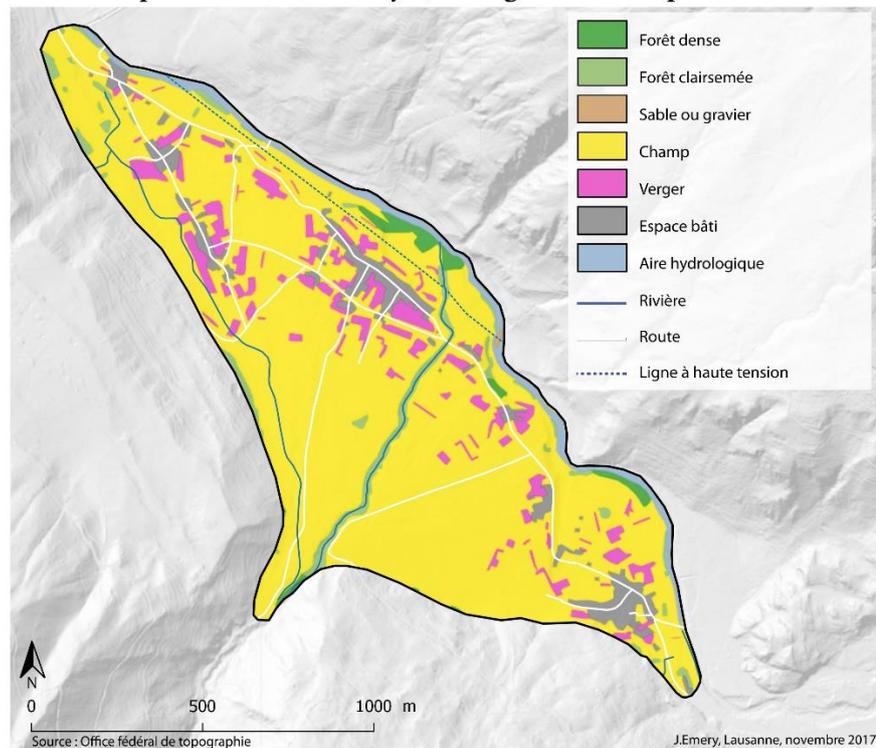
F01

Occupation du sol à Prarreyer, Versegères et Champsec en 1906



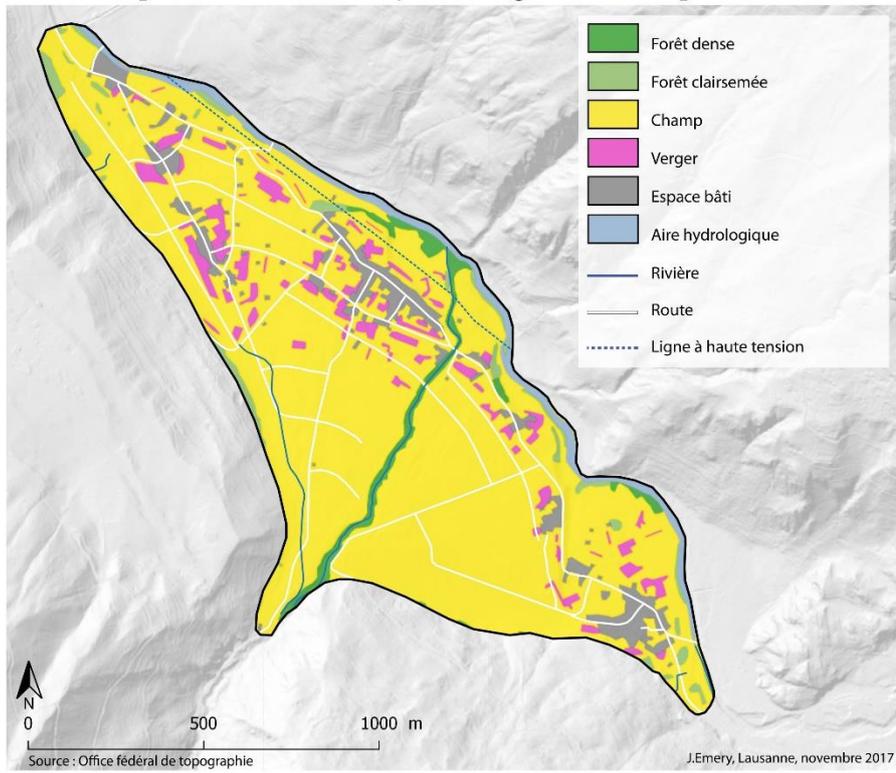
F02

Occupation du sol à Prarreyer, Versegères et Champsec en 1964



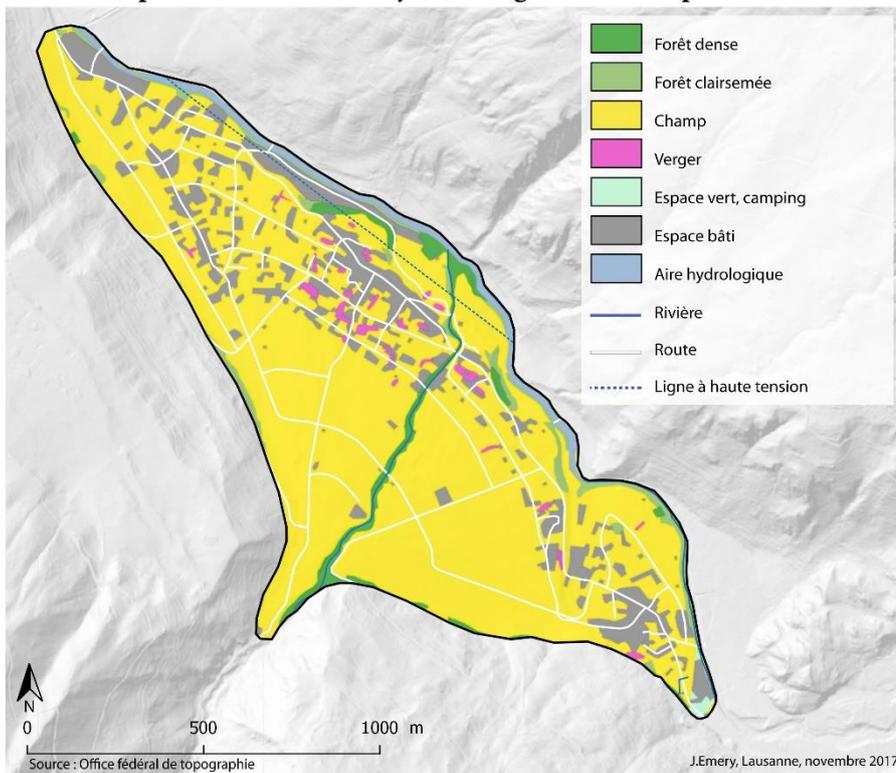
F03

Occupation du sol à Prarreyer, Versegères et Champsec en 1974



F04

Occupation du sol à Prarreyer, Versegères et Champsec en 2010

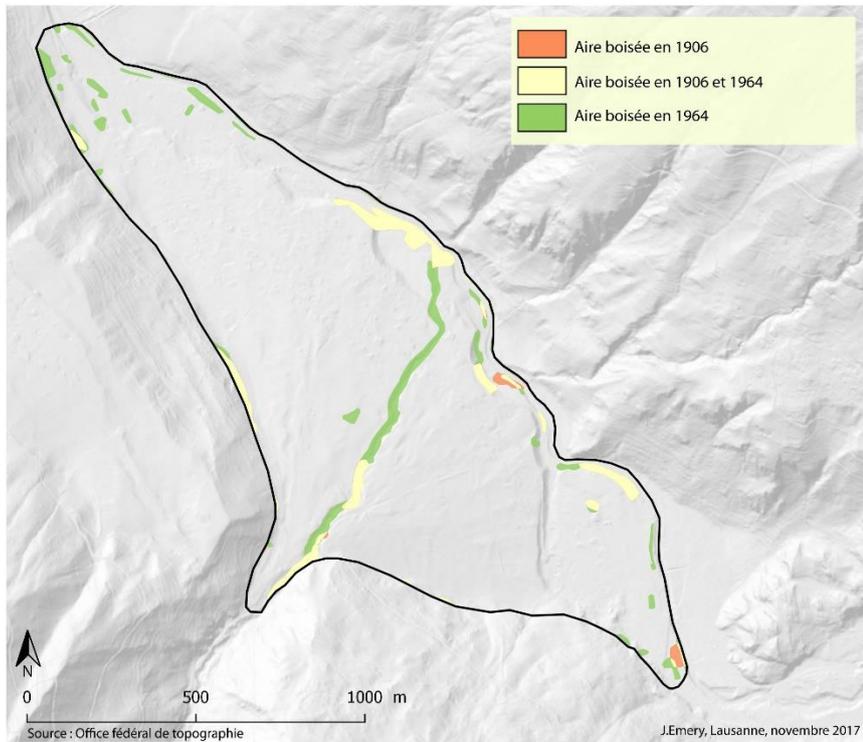


8.6.2. Cartes diachroniques :

1906 – 1964

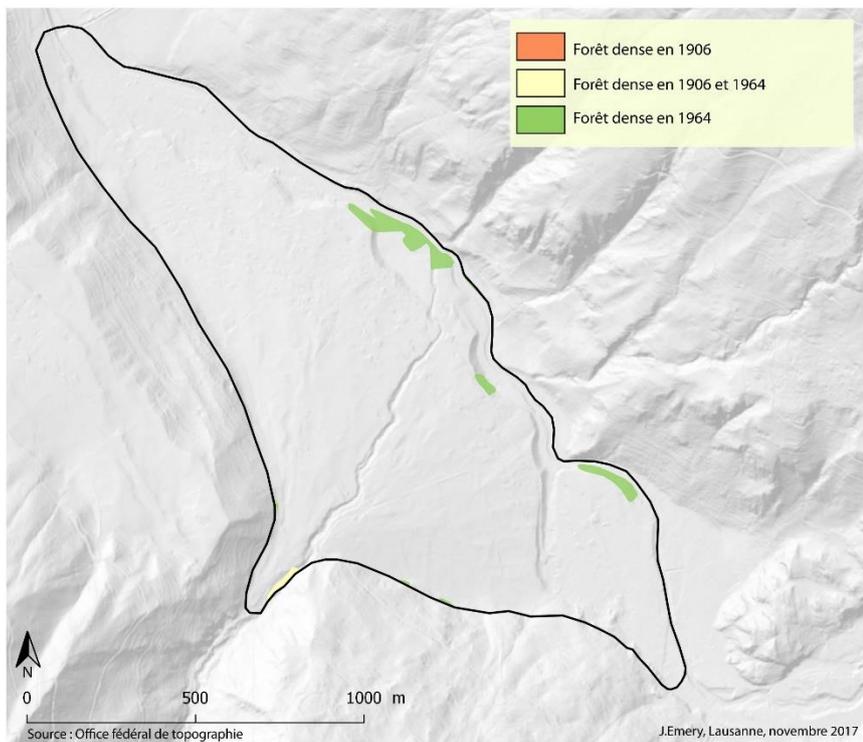
F05

Evolution des aires boisées à Prarreyer, Versegères et Champsec de 1906 à 1964



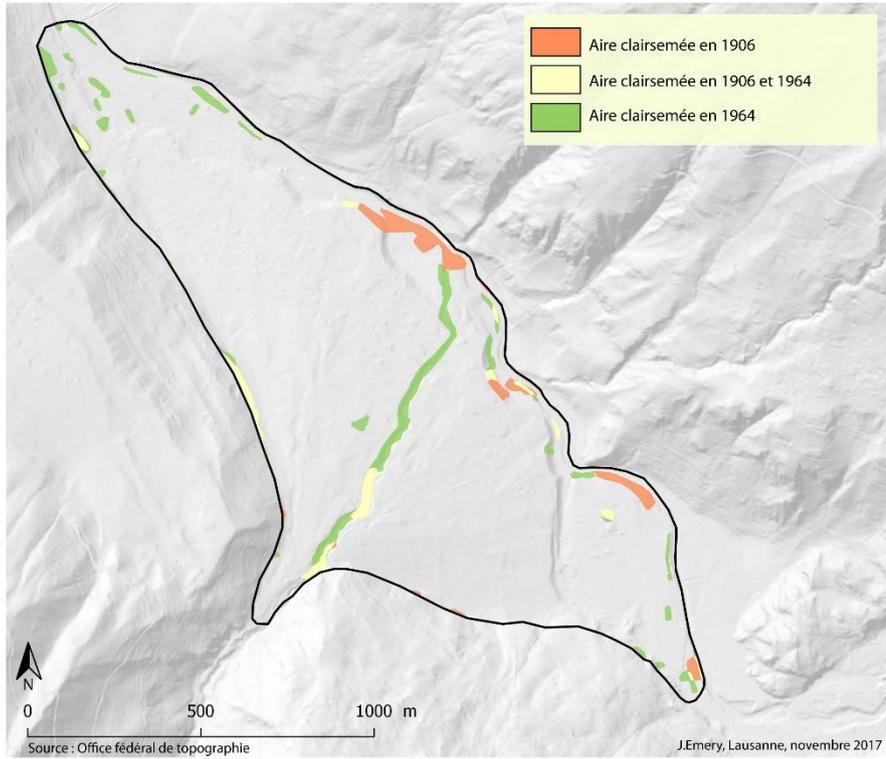
F06

Evolution des aires de forêts denses à Prarreyer, Versegères et Champsec de 1906 à 1964



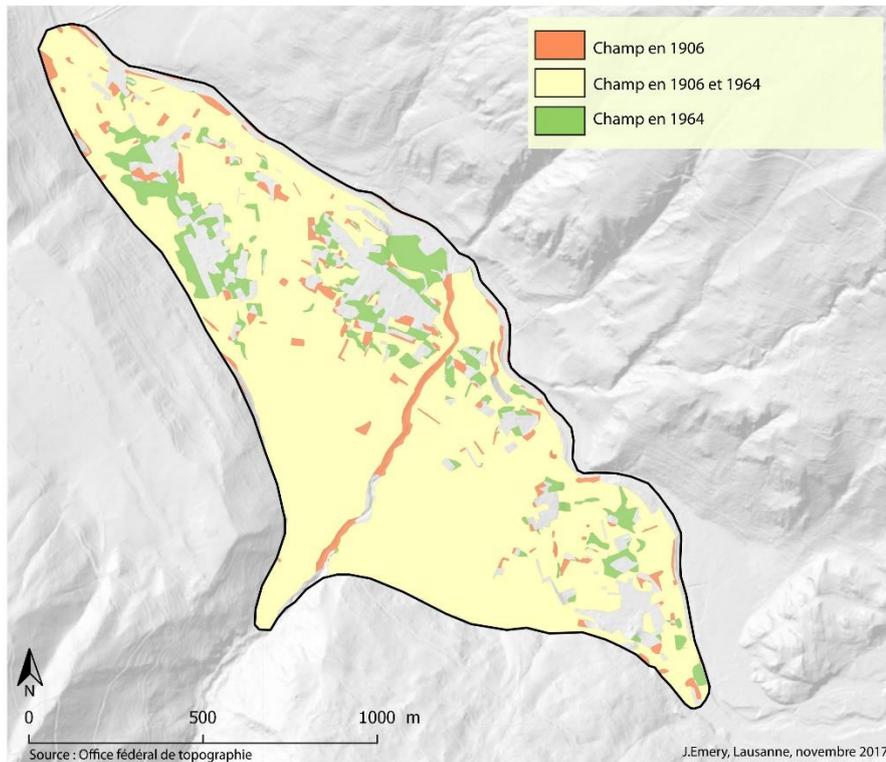
F07

Evolution des aires de forêts clairsemées à Prarreyer, Versegères et Champsec de 1906 à 1964



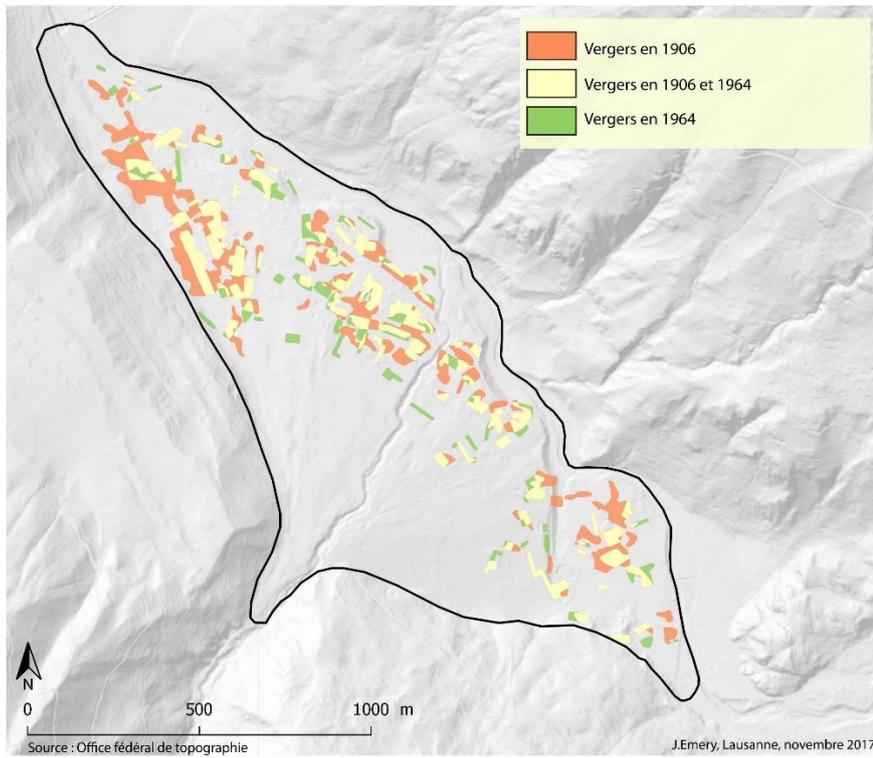
F08

Evolution des aires de champs à Prarreyer, Versegères et Champsec de 1906 à 1964



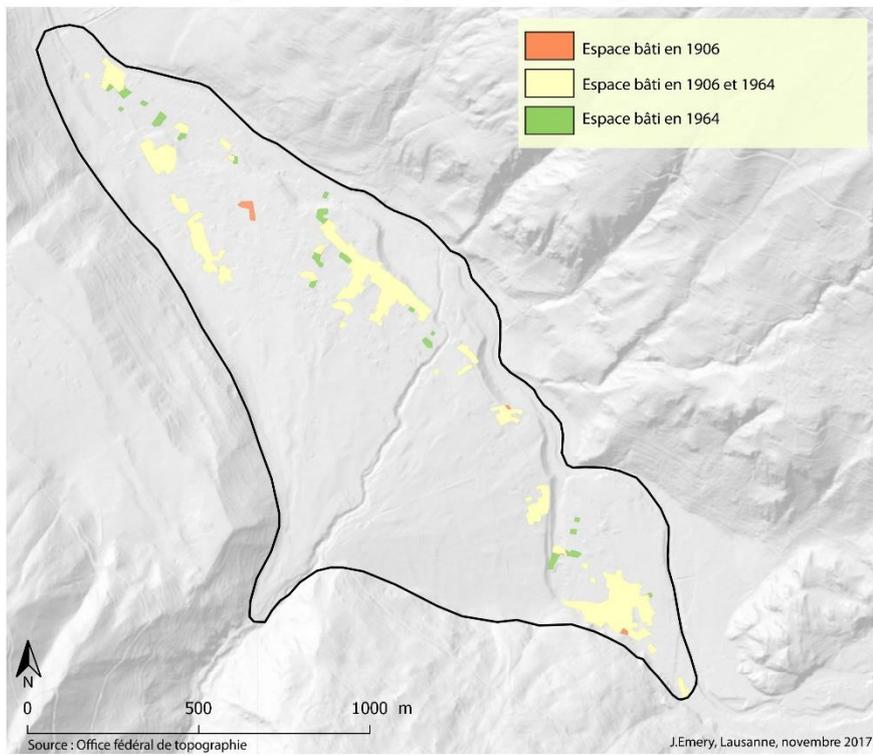
F09

Evolution des aires de vergers à Prarreyer, Versegères et Champsec de 1906 à 1964



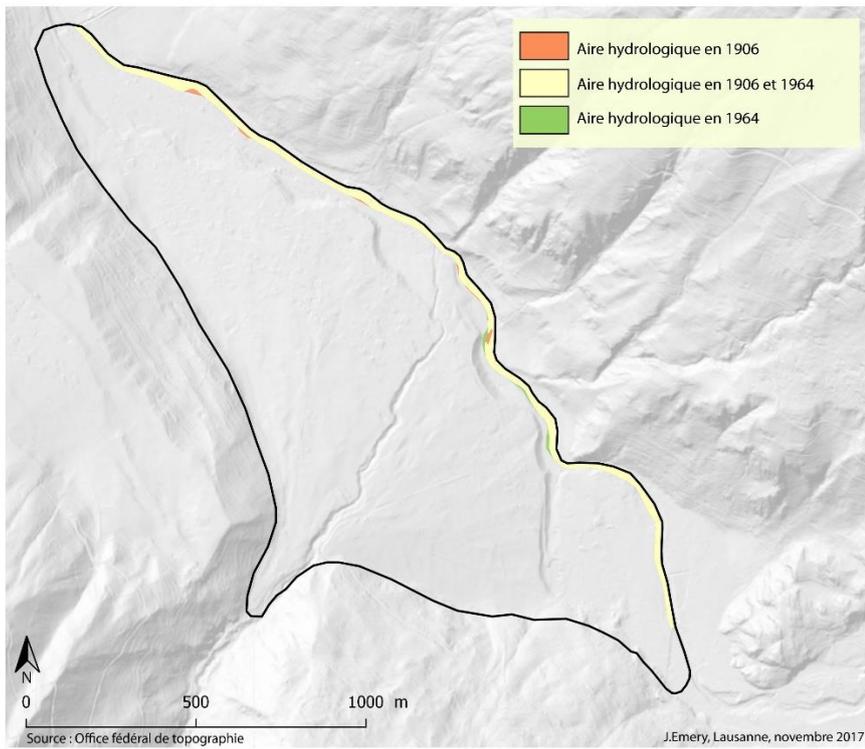
F10

Evolution des espaces bâtis à Prarreyer, Versegères et Champsec de 1906 à 1964



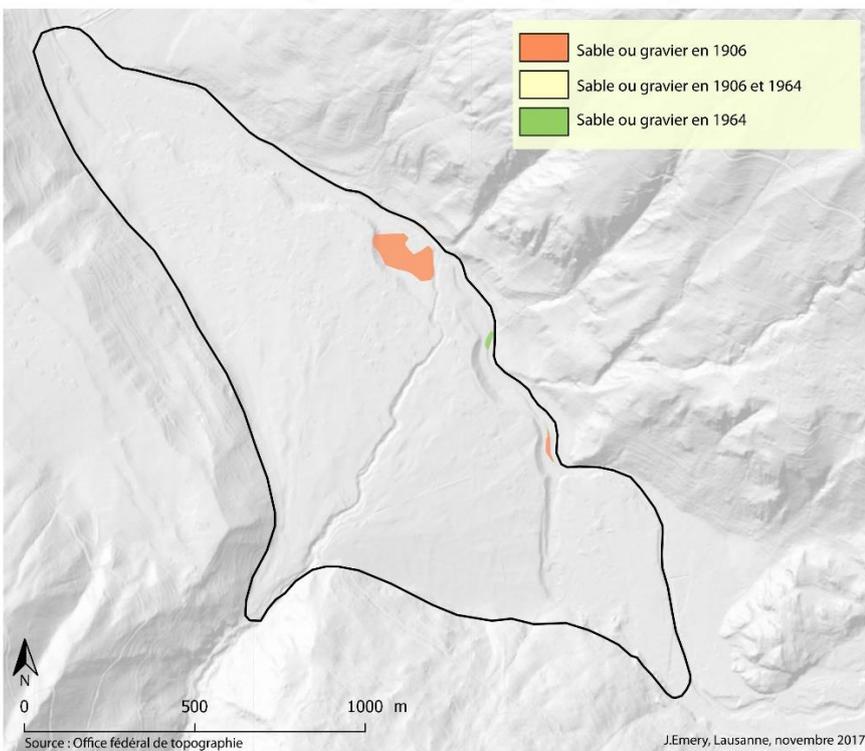
F11

Evolution des aires hydrologiques à Prarreyer, Versegères et Champsec de 1906 à 1964



F12

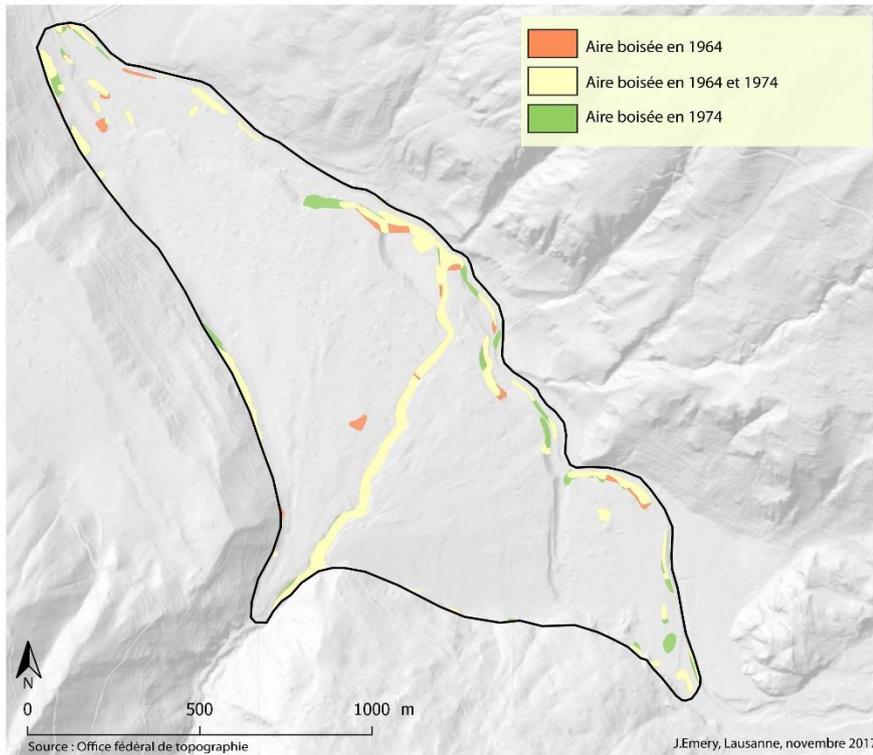
Evolution des aires de sables et graviers à Prarreyer, Versegères et Champsec de 1906 à 1964



1964 – 1974

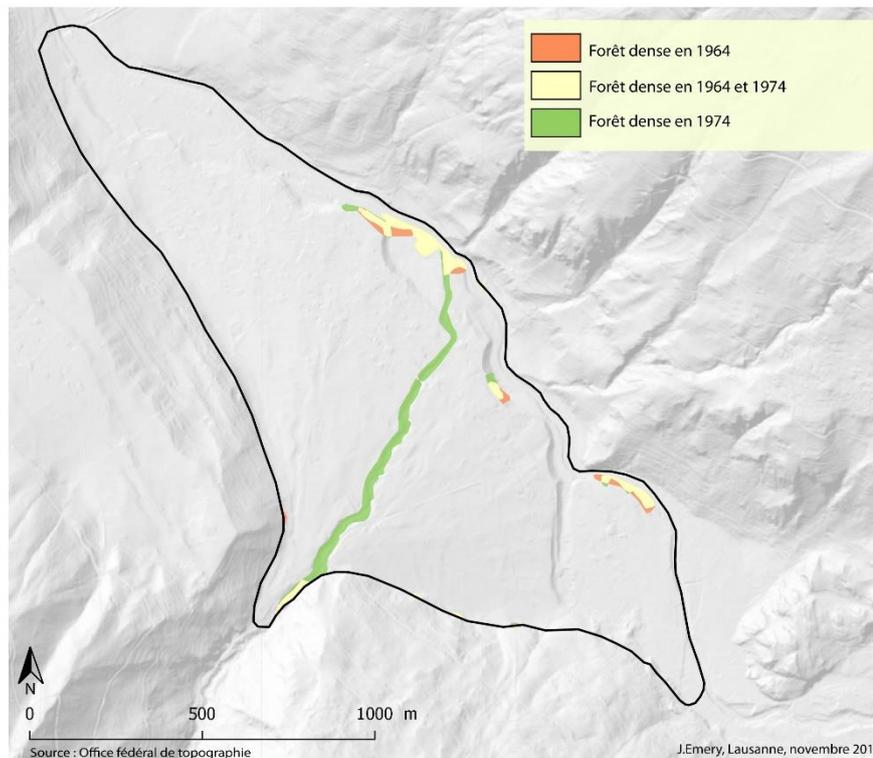
F13

Evolution des aires boisées à Prarreyer, Versegères et Champsec de 1964 à 1974



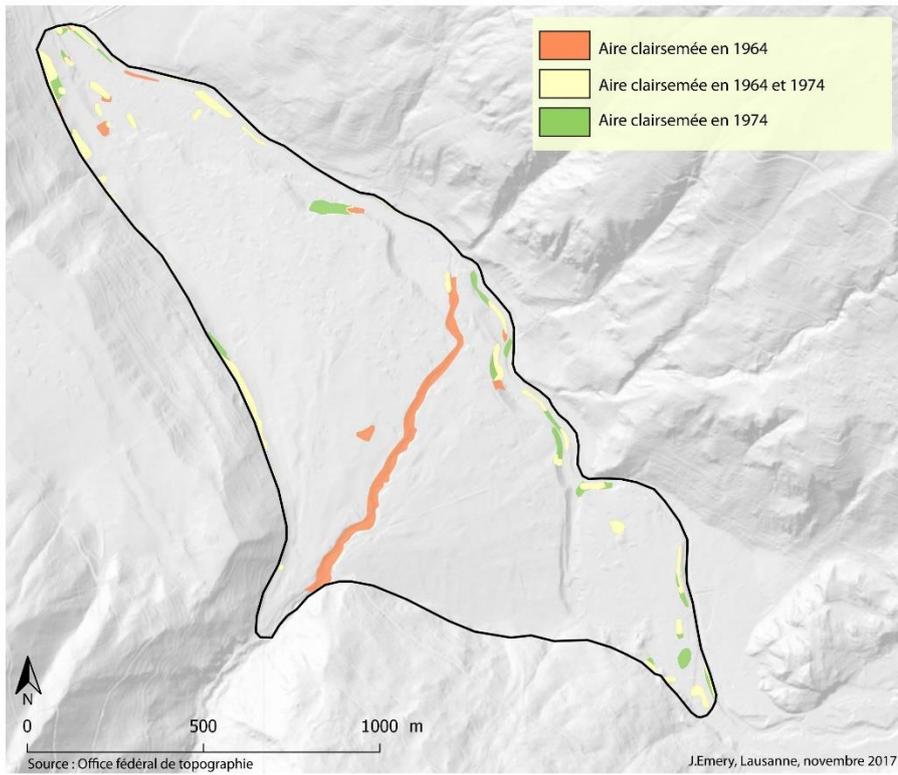
F14

Evolution des aires de forêts denses à Prarreyer, Versegères et Champsec de 1964 à 1974



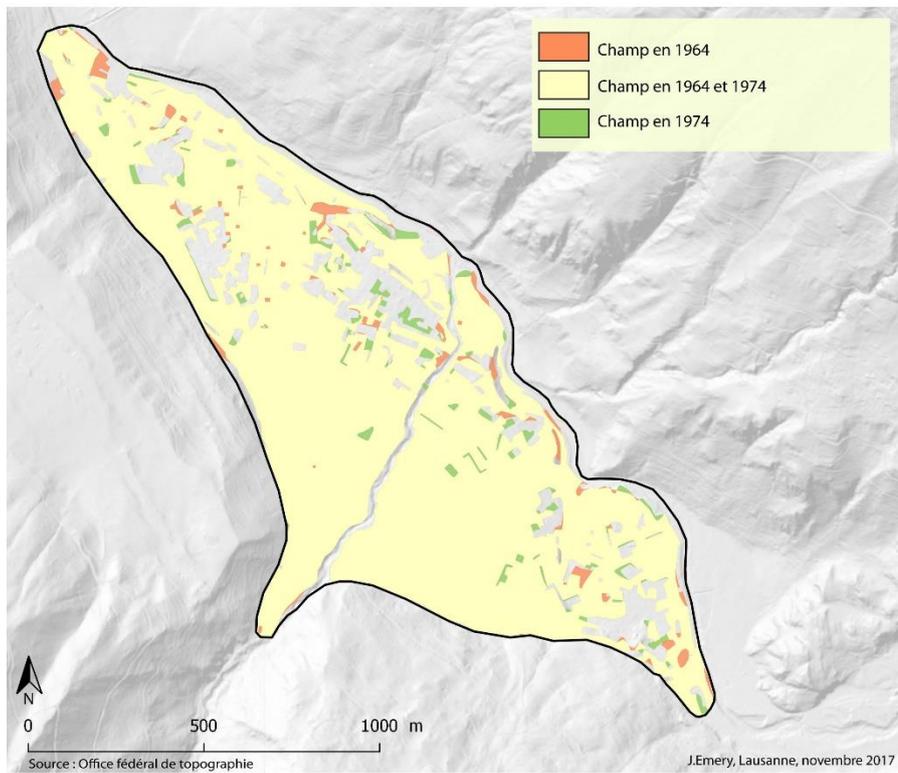
F15

Evolution des aires de forêts clairsemées à Prarreyer, Versegères et Champsec de 1964 à 1974



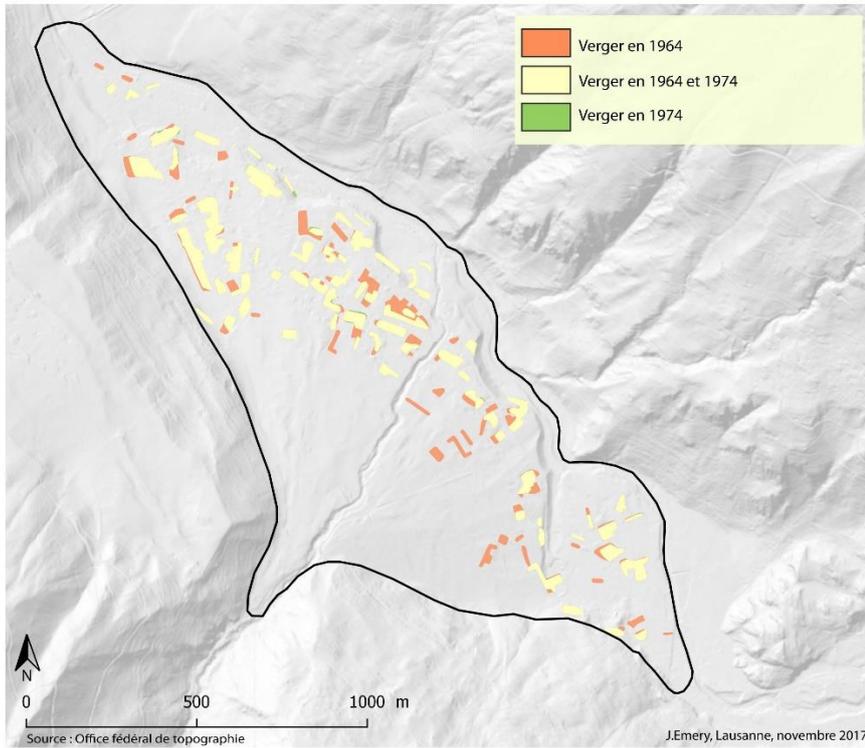
F16

Evolution des aires de champs à Prarreyer, Versegères et Champsec de 1964 à 1974



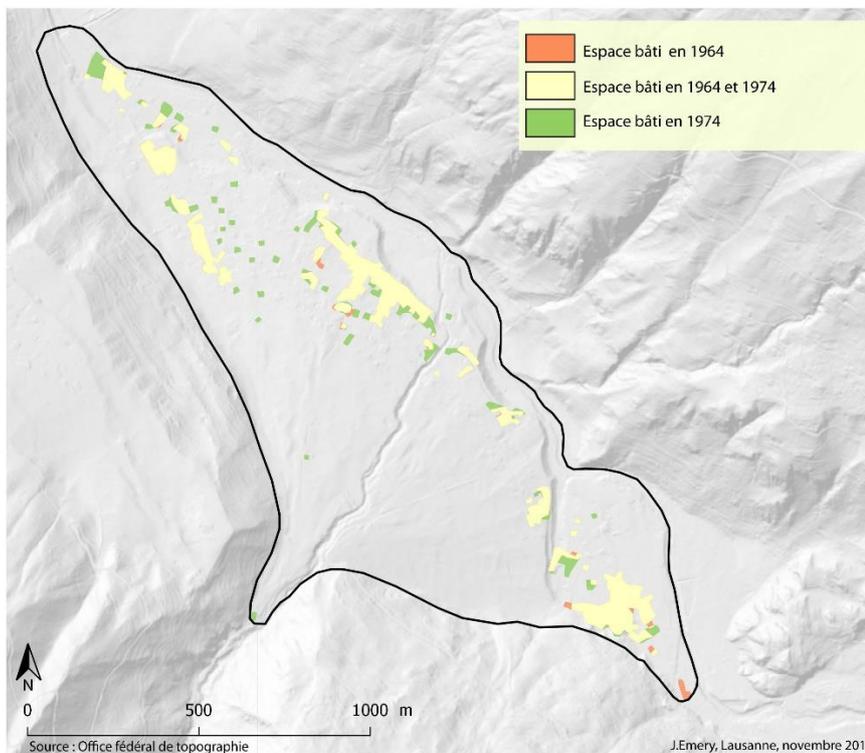
F17

Evolution des aires de vergers à Prarreyer, Versegères et Champsec de 1964 à 1974



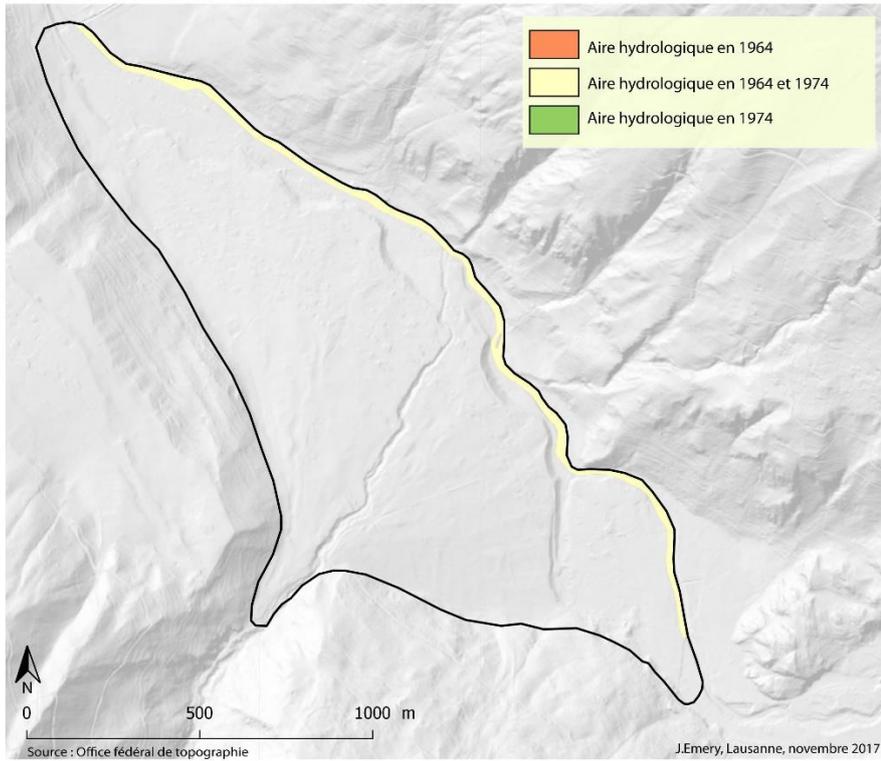
F18

Evolution des espaces bâtis à Prarreyer, Versegères et Champsec de 1964 à 1974



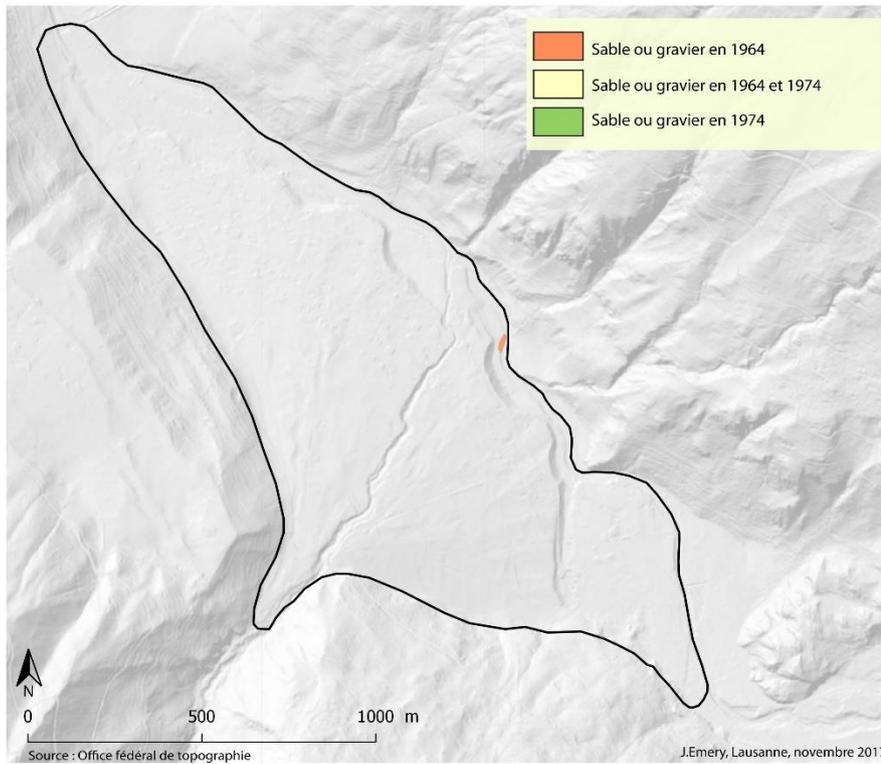
F19

Evolution des aires hydrologiques à Prarreyer, Versègères et Champsec de 1964 à 1974



F20

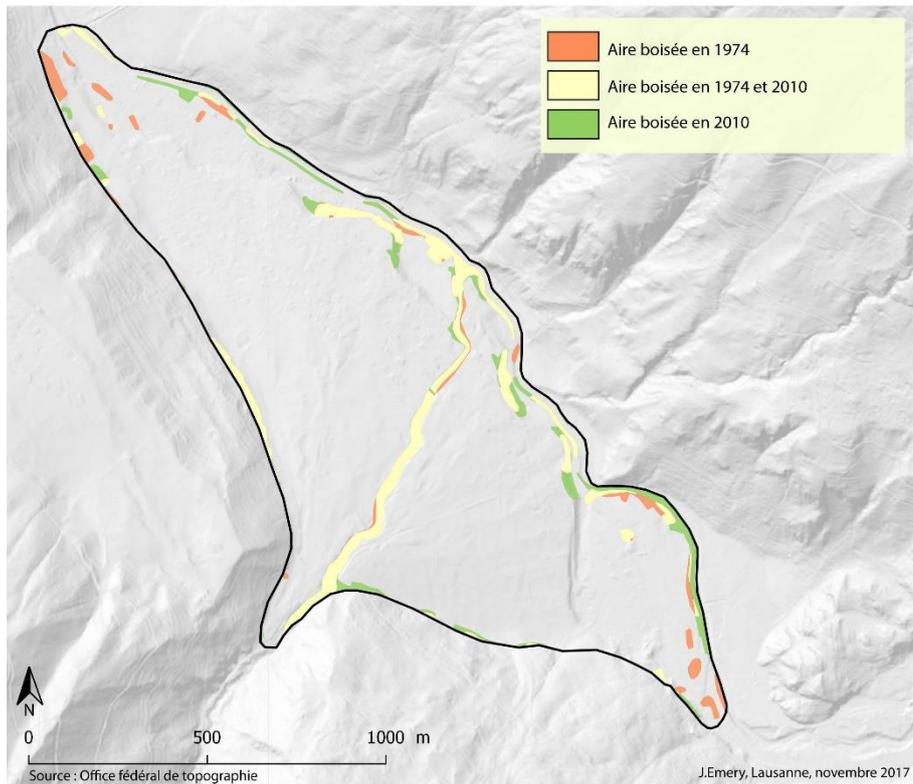
Evolution des aires de sables et graviers à Prarreyer, Versègères et Champsec de 1964 à 1974



1974 – 2010

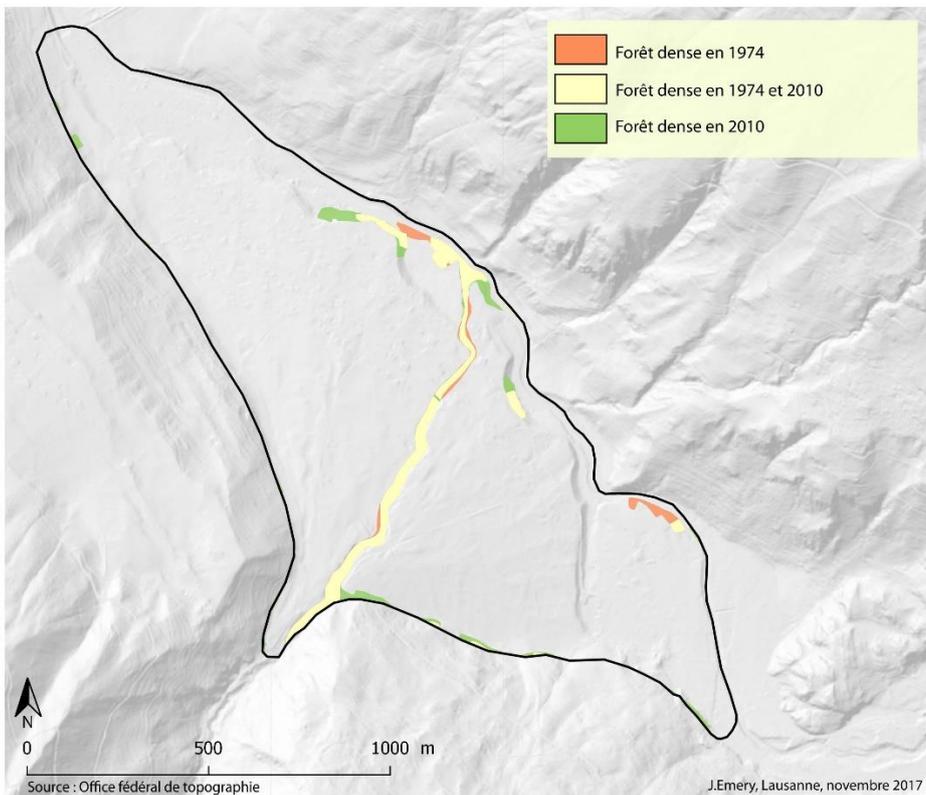
F21

Evolution des aires boisées à Prarreyer, Versegères et Champsec de 1974 à 2010



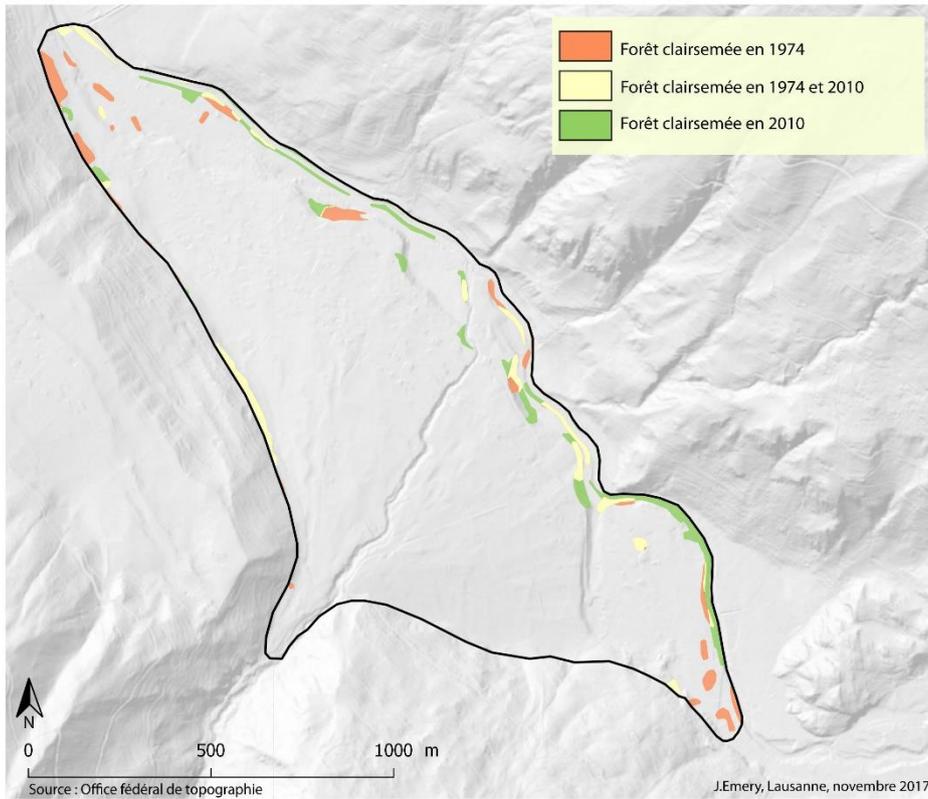
F22

Evolution des aires de forêts denses à Prarreyer, Versegères et Champsec de 1974 à 2010



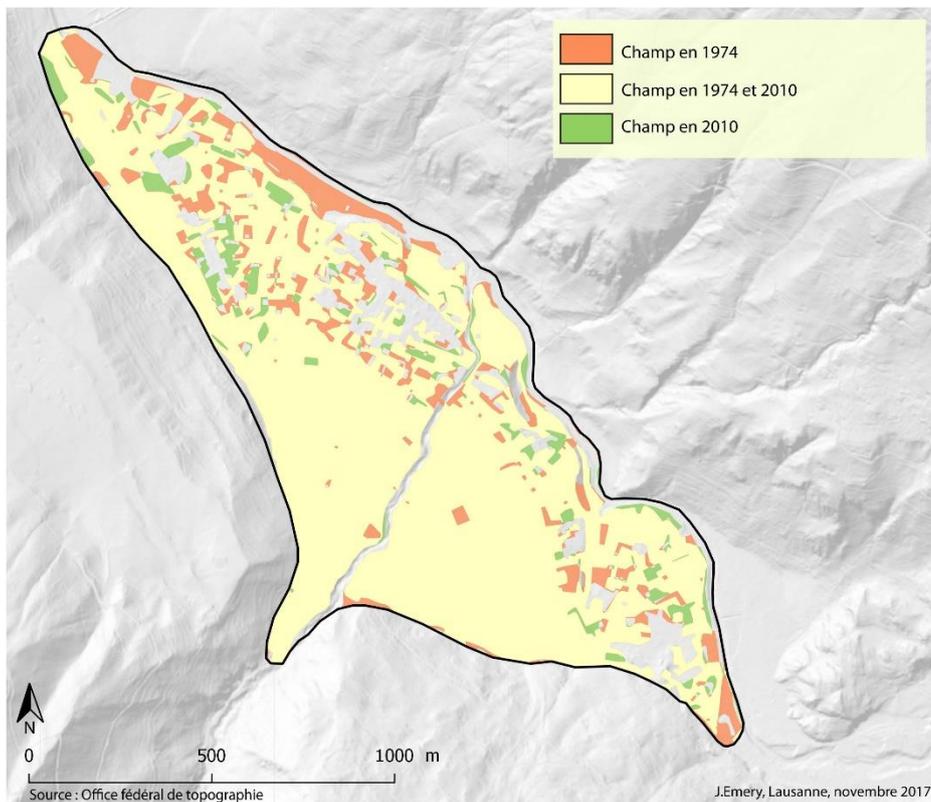
F23

Evolution des aires de forêts clairsemées à Prarreyer, Versègères et Champsec de 1974 à 2010



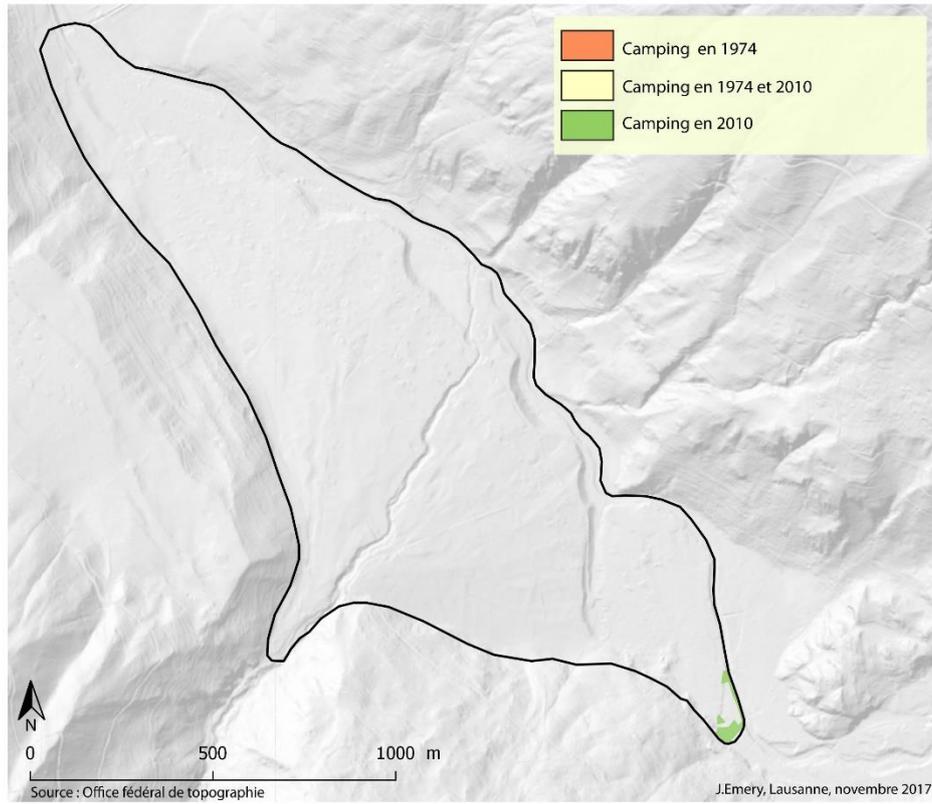
F24

Evolution des aires de champs à Prarreyer, Versègères et Champsec de 1974 à 2010



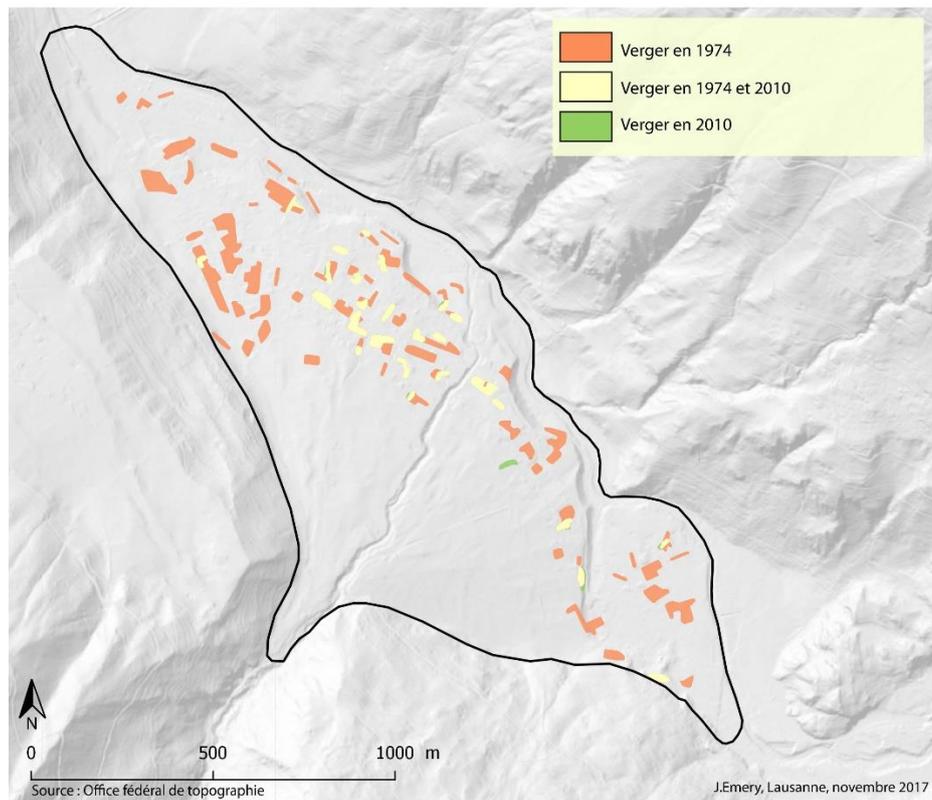
F25

Evolution des aires de campings à Prarreyer, Versegères et Champsec de 1974 à 2010



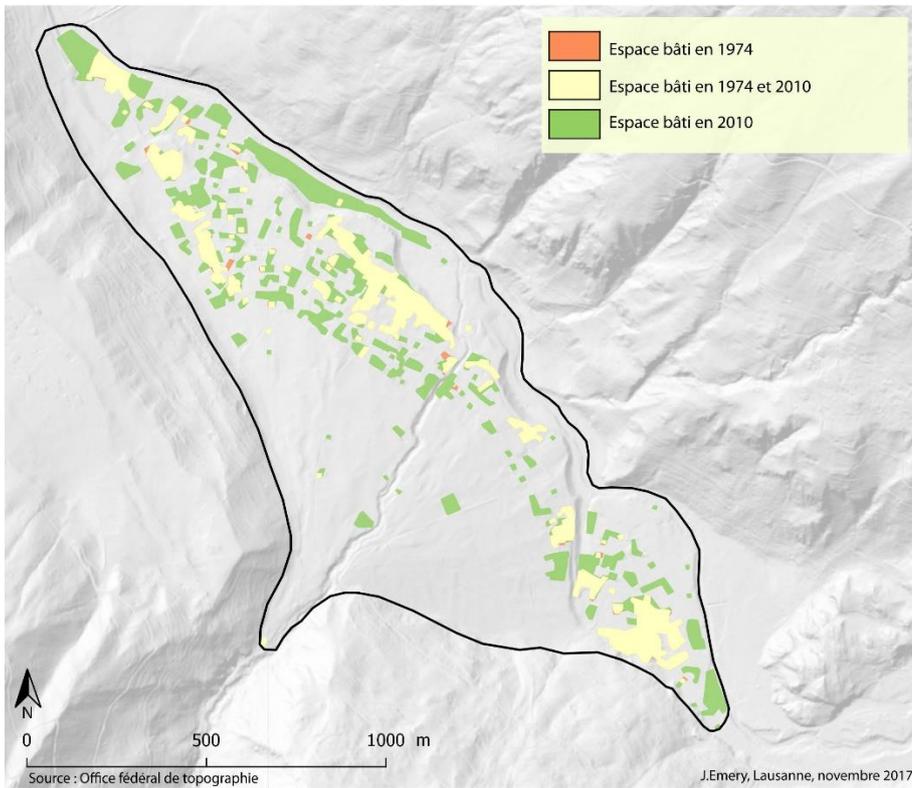
F26

Evolution des aires de vergers à Prarreyer, Versegères et Champsec de 1974 à 2010



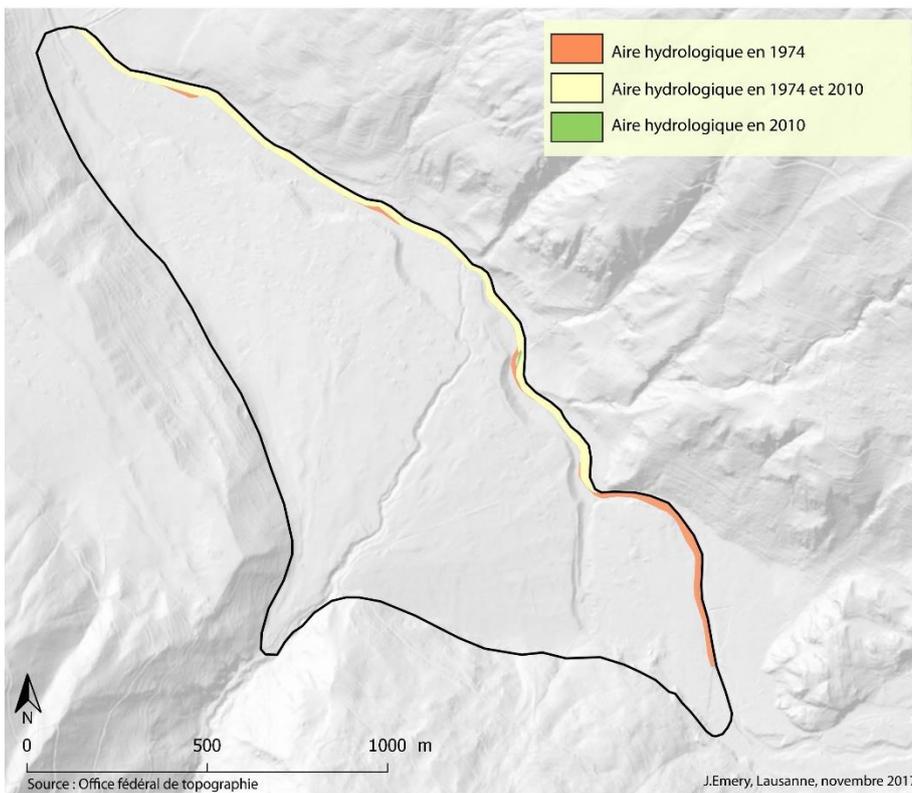
F27

Evolution des espaces bâtis à Prarreyer, Versegères et Champsec de 1974 à 2010



F28

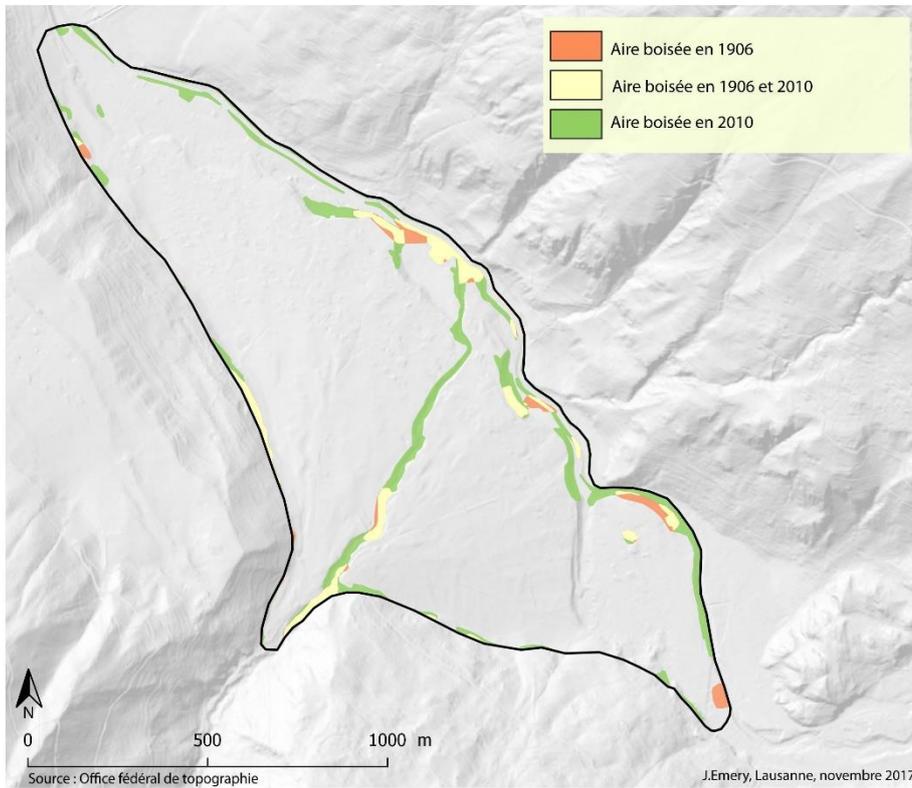
Evolution des aires hydrologiques à Prarreyer, Versegères et Champsec de 1974 à 2010



1906 – 2010

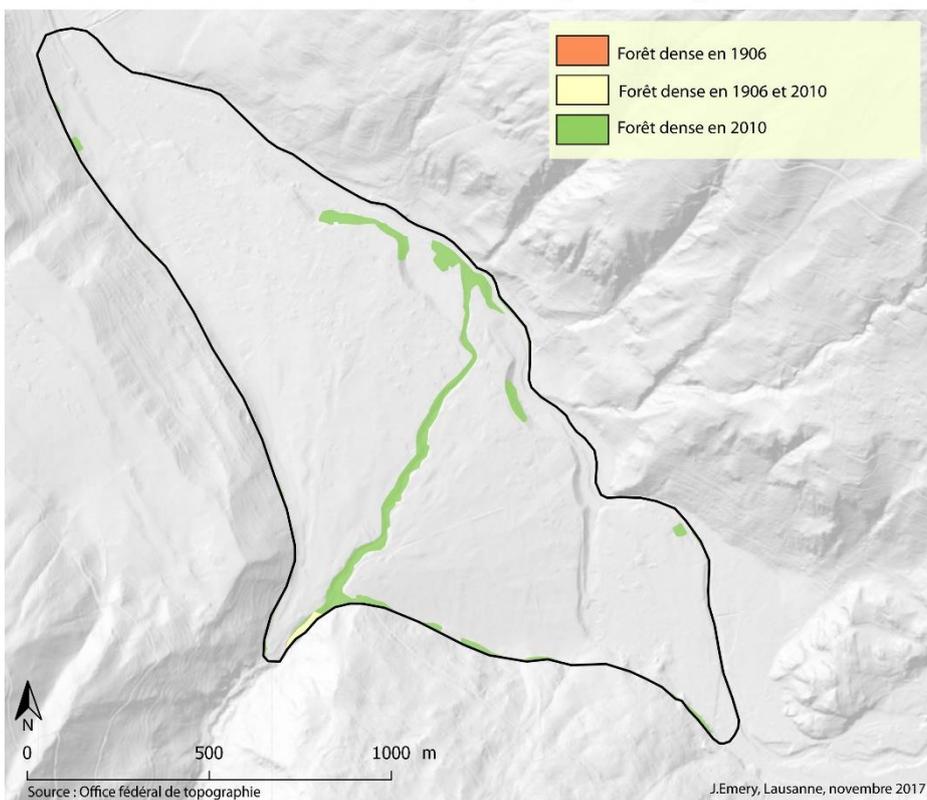
F29

Evolution des aires boisées à Prarreyer, Versegères et Champsec de 1906 à 2010



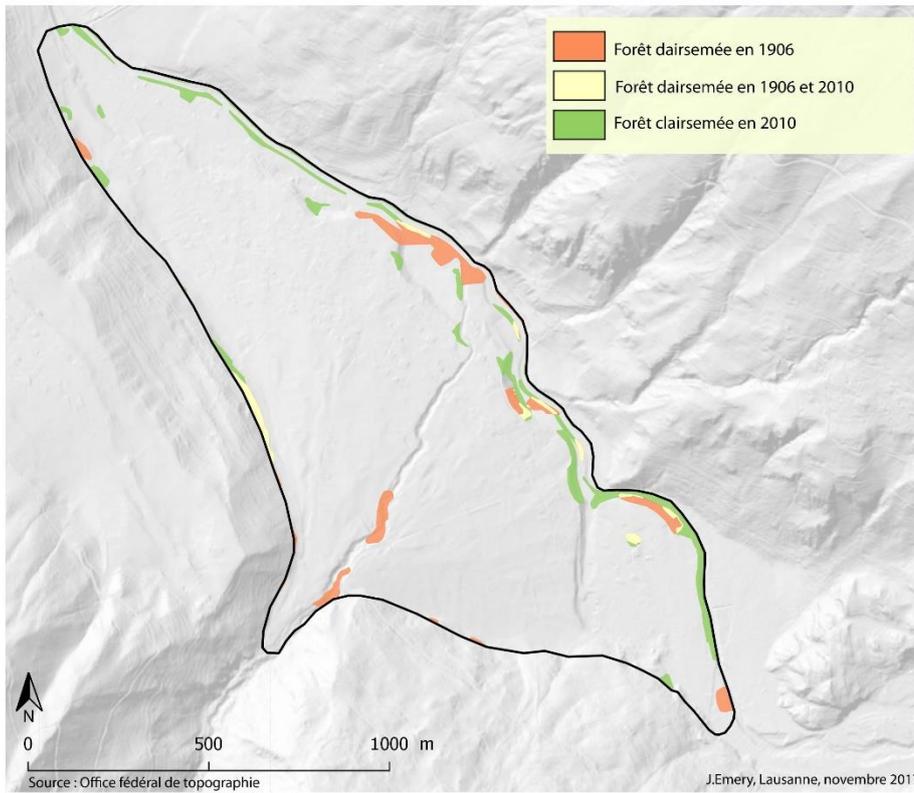
F30

Evolution des aires de forêts denses à Prarreyer, Versegères et Champsec de 1906 à 2010



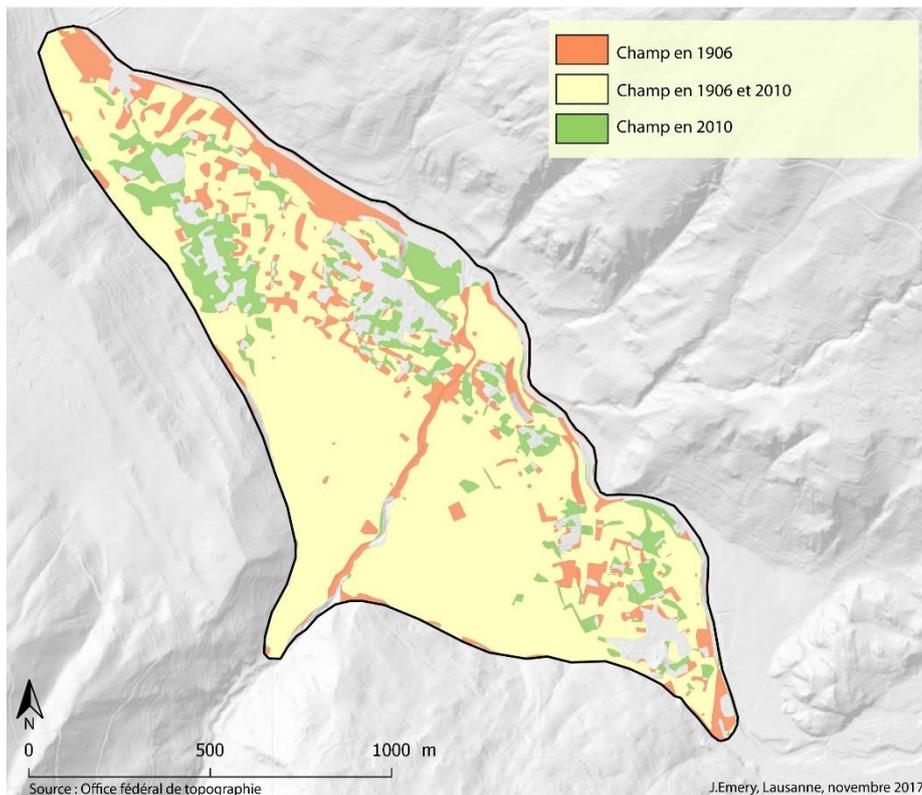
F31

Evolution des aires de forêts clairsemées à Prarreyer, Versegères et Champsec de 1906 à 2010



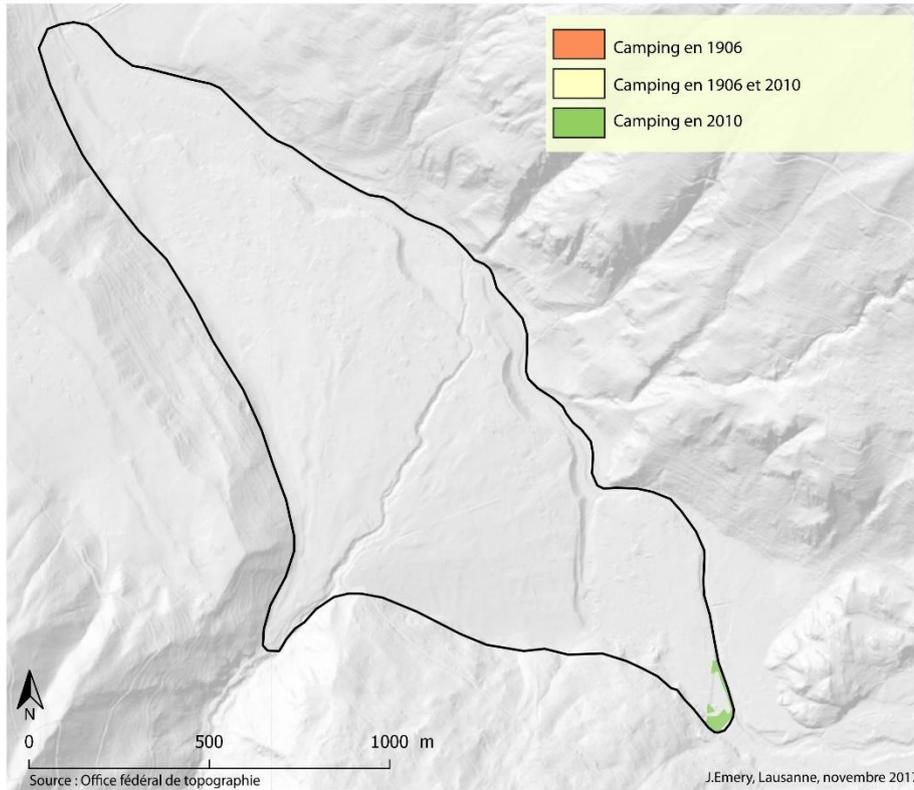
F32

Evolution des aires de champs à Prarreyer, Versegères et Champsec de 1906 à 2010



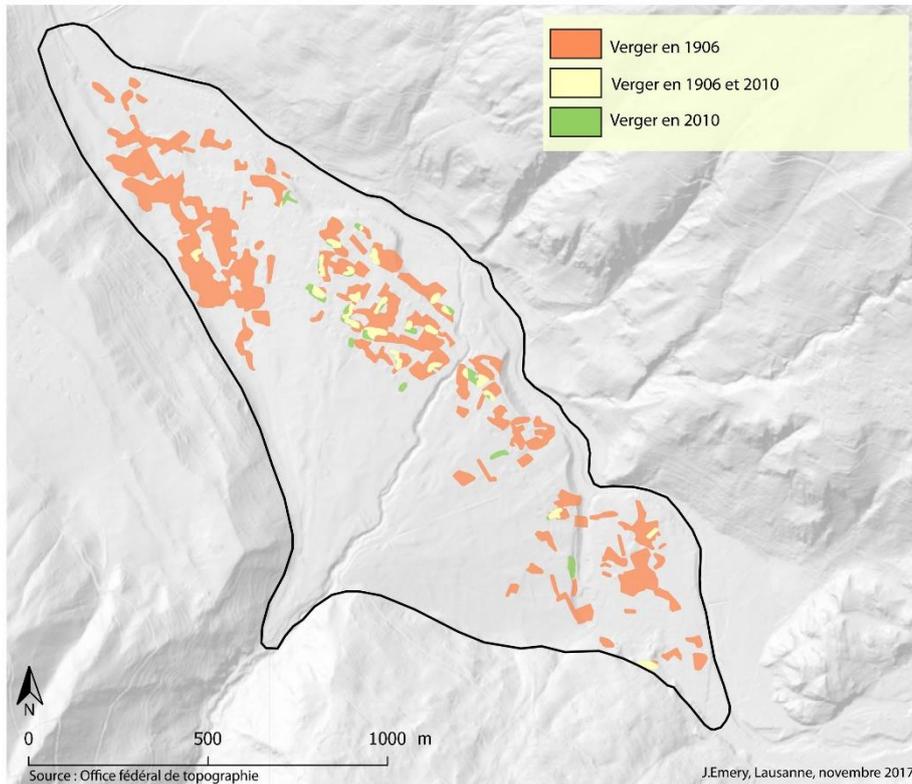
F33

Evolution des aires de campings à Prarreyer, Versegères et Champsec de 1906 à 2010



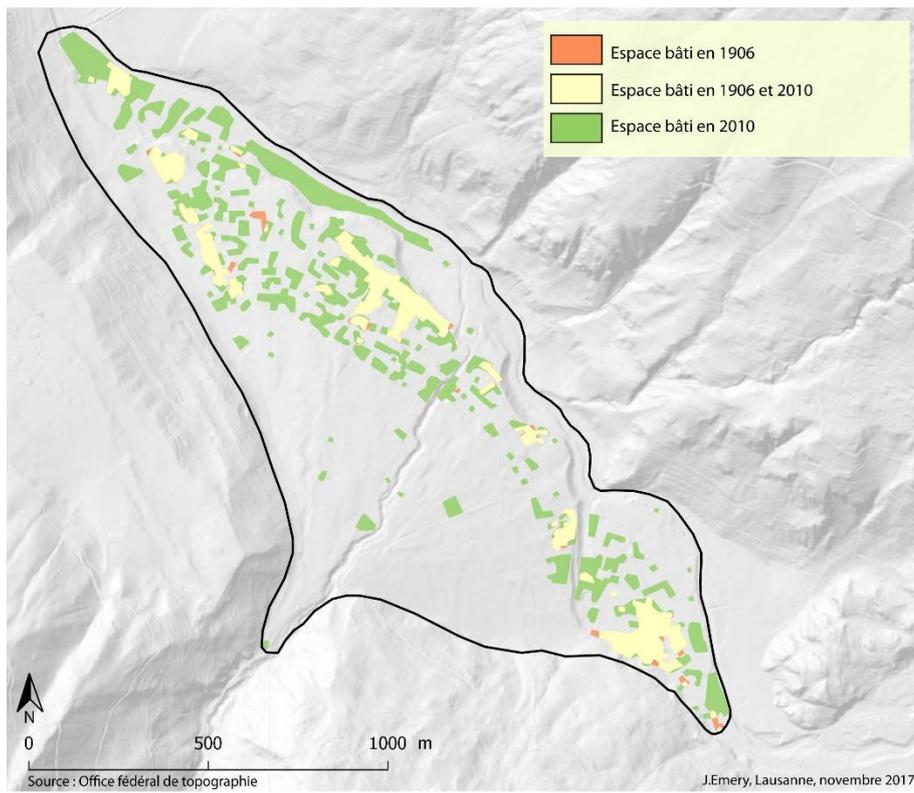
F34

Evolution des aires de vergers à Prarreyer, Versegères et Champsec de 1906 à 2010



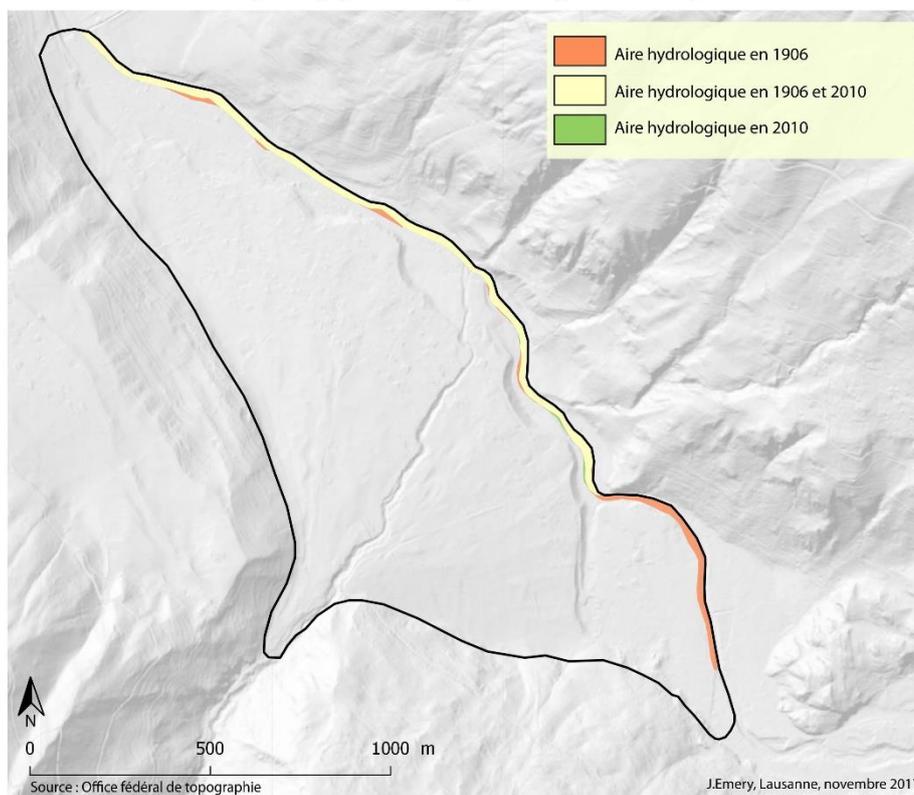
F35

Evolution des espaces bâtis à Prarreyer, Versegères et Champsec de 1906 à 2010



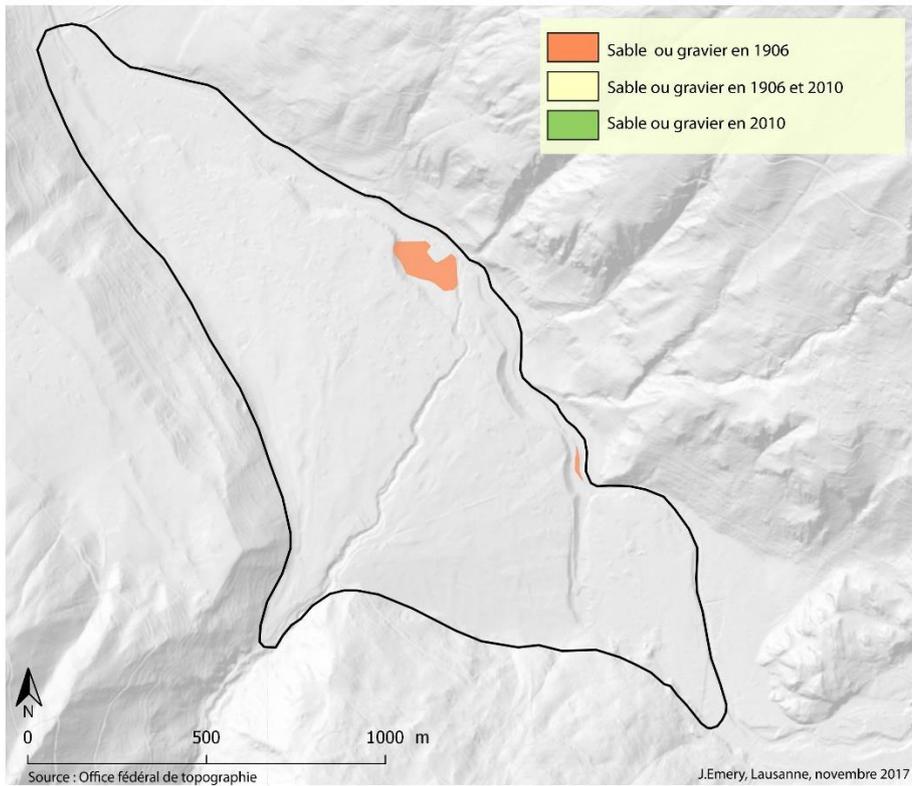
F36

Evolution des aires hydrologiques à Prarreyer, Versegères et Champsec de 1906 à 2010



F37

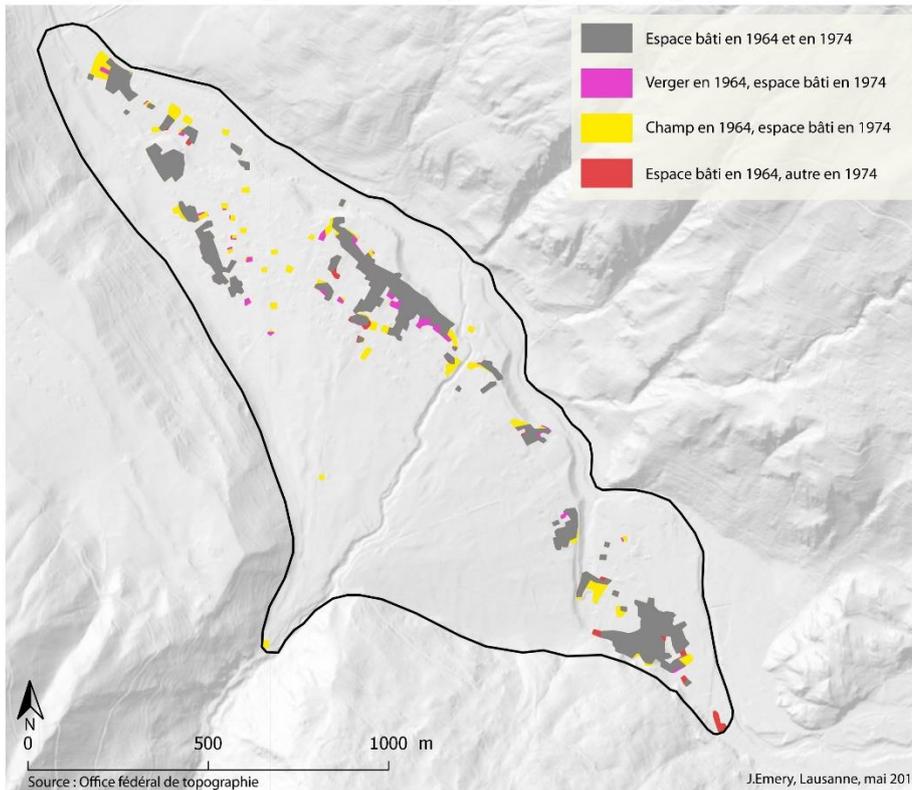
Evolution des aires de sables et graviers à Prarreyer, Versegères et Champsec de 1906 à 2010



8.6.3. Autre :

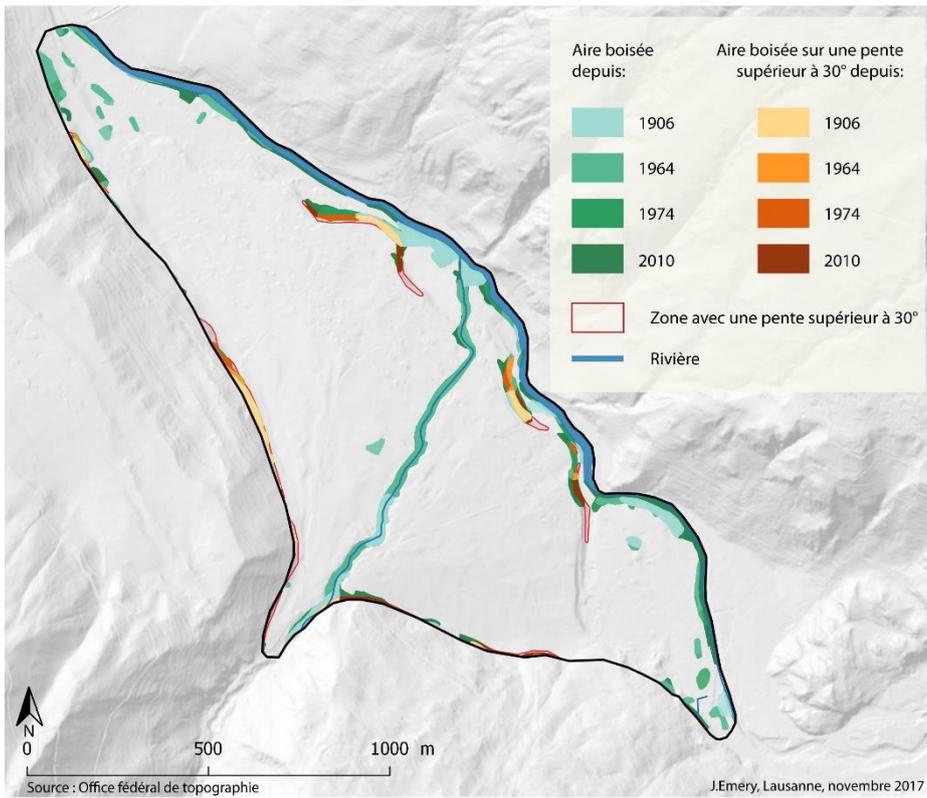
F38

Développement des espaces bâtis à Prarreyer, Versegères et Champsec de 1964 à 2010



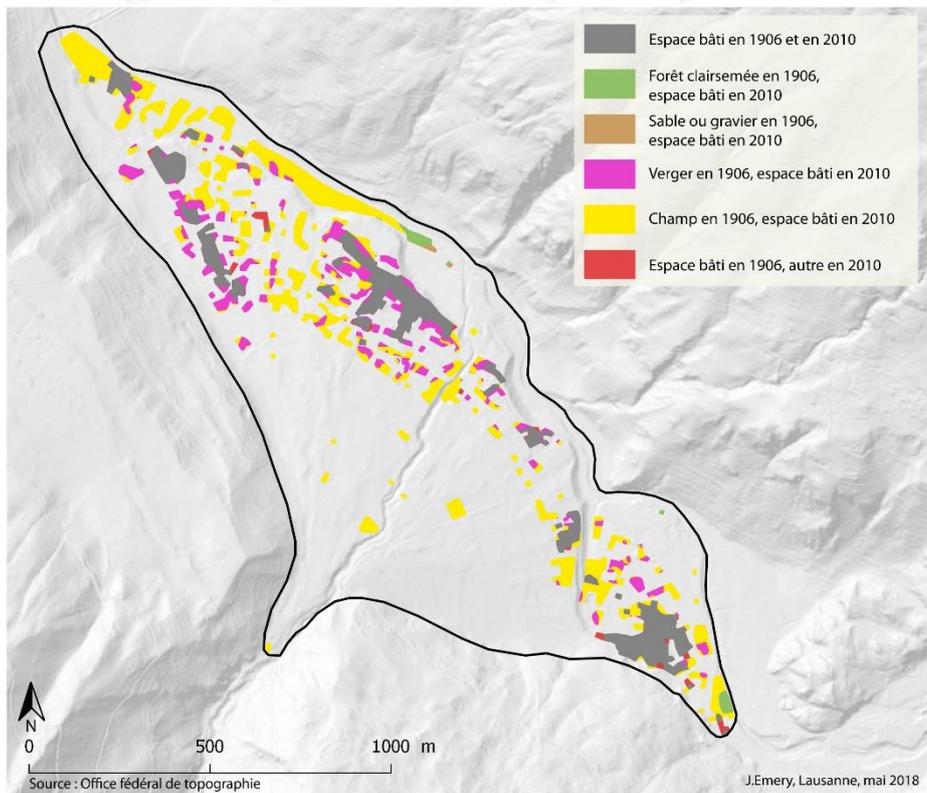
F39

Reboisement en fonction de la pente à Prarreyer, Versegères et Champsec de 1906 à 2010



F40

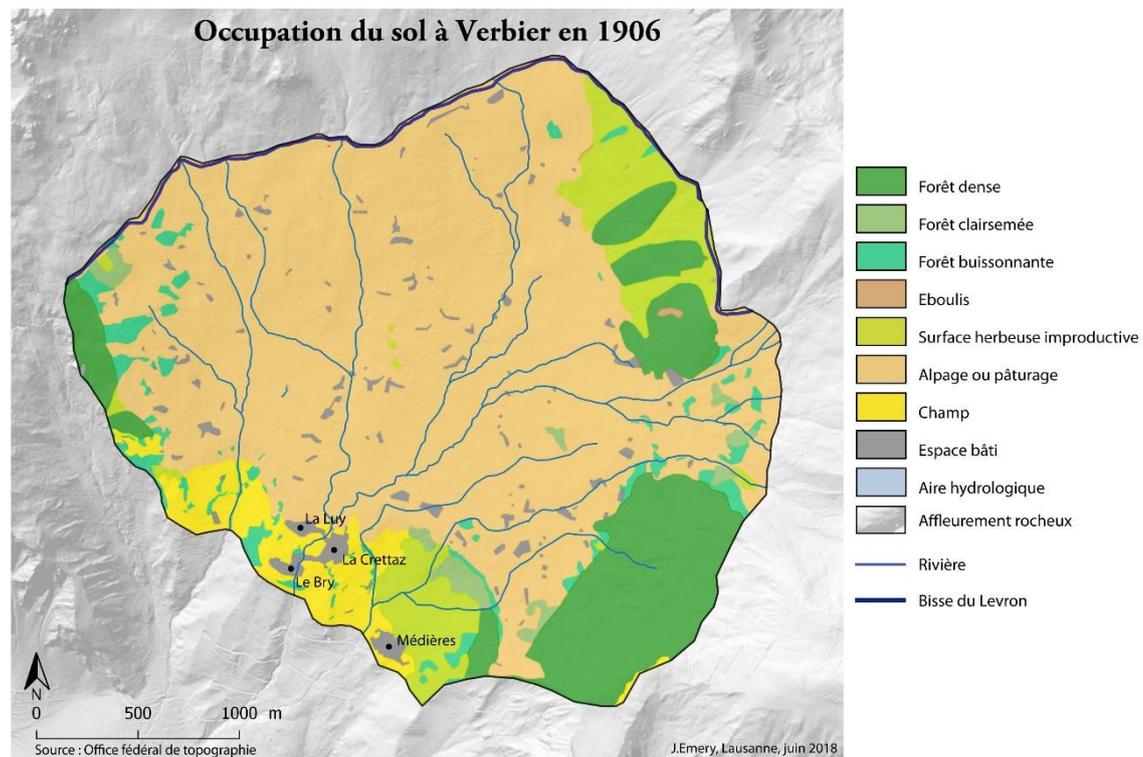
Développement des espaces bâtis à Prarreyer, Versegères et Champsec de 1906 à 2010



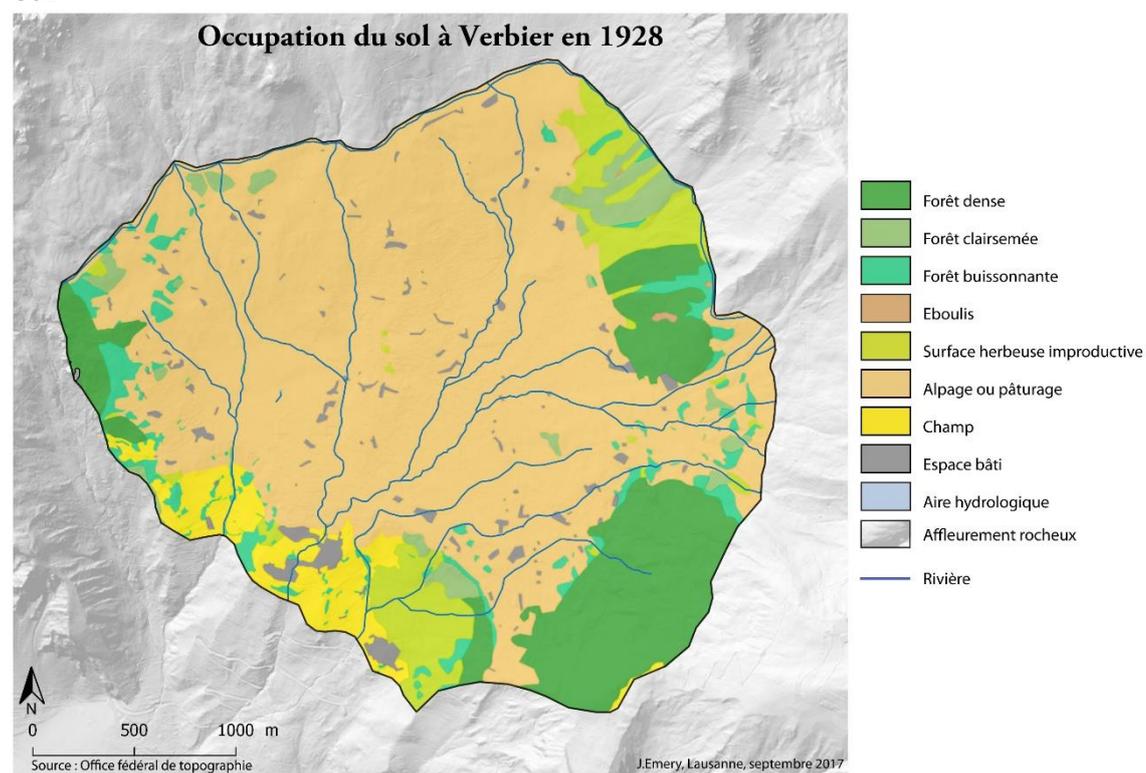
8.7. Secteur de Verbier

8.7.1. Cartes synchroniques :

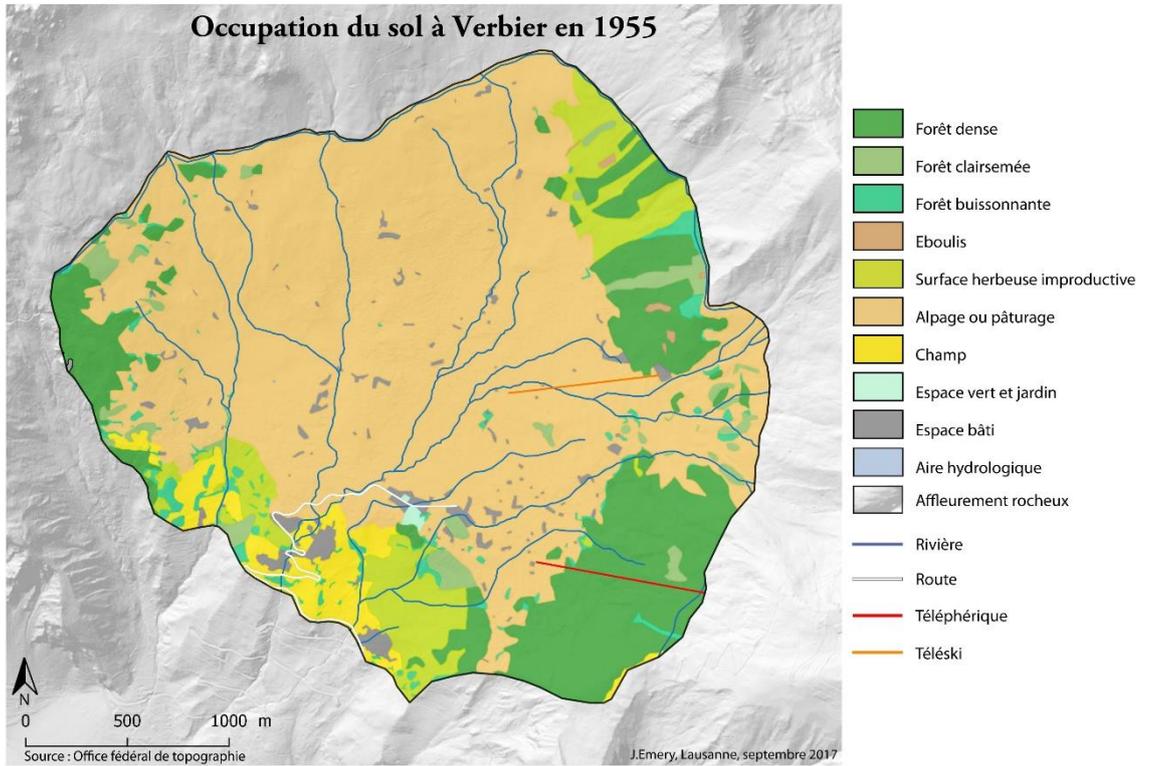
G01



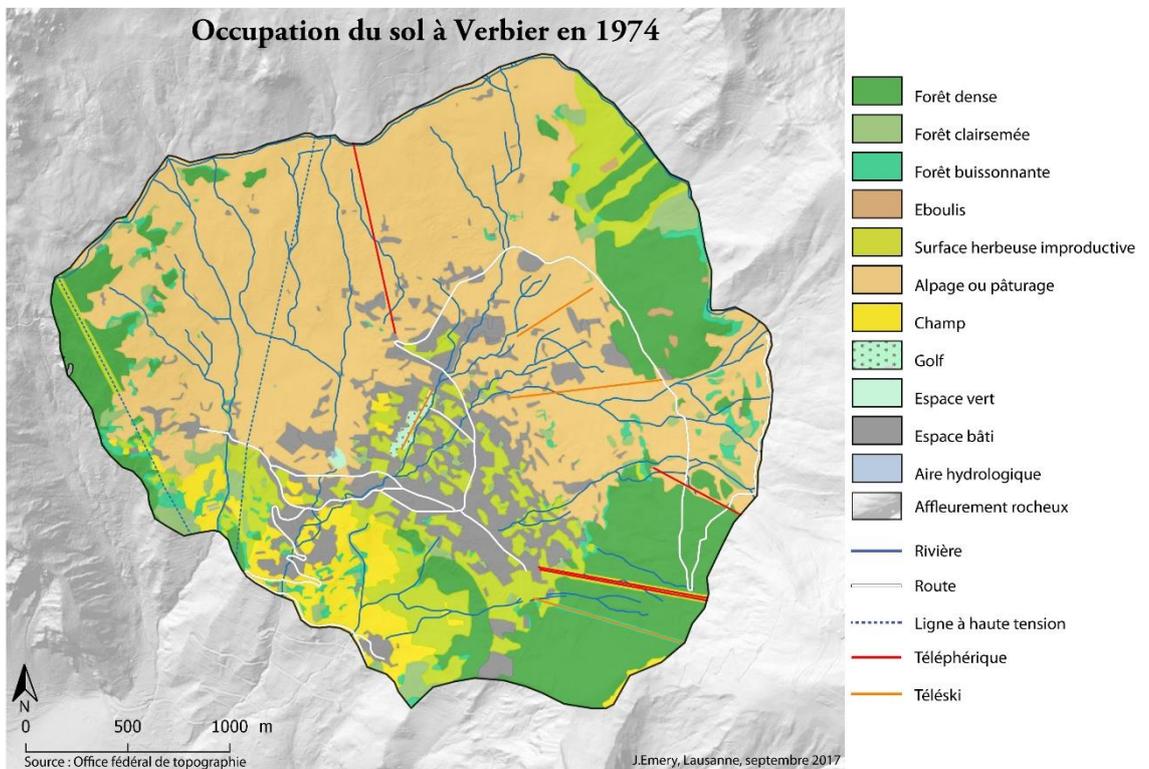
G02



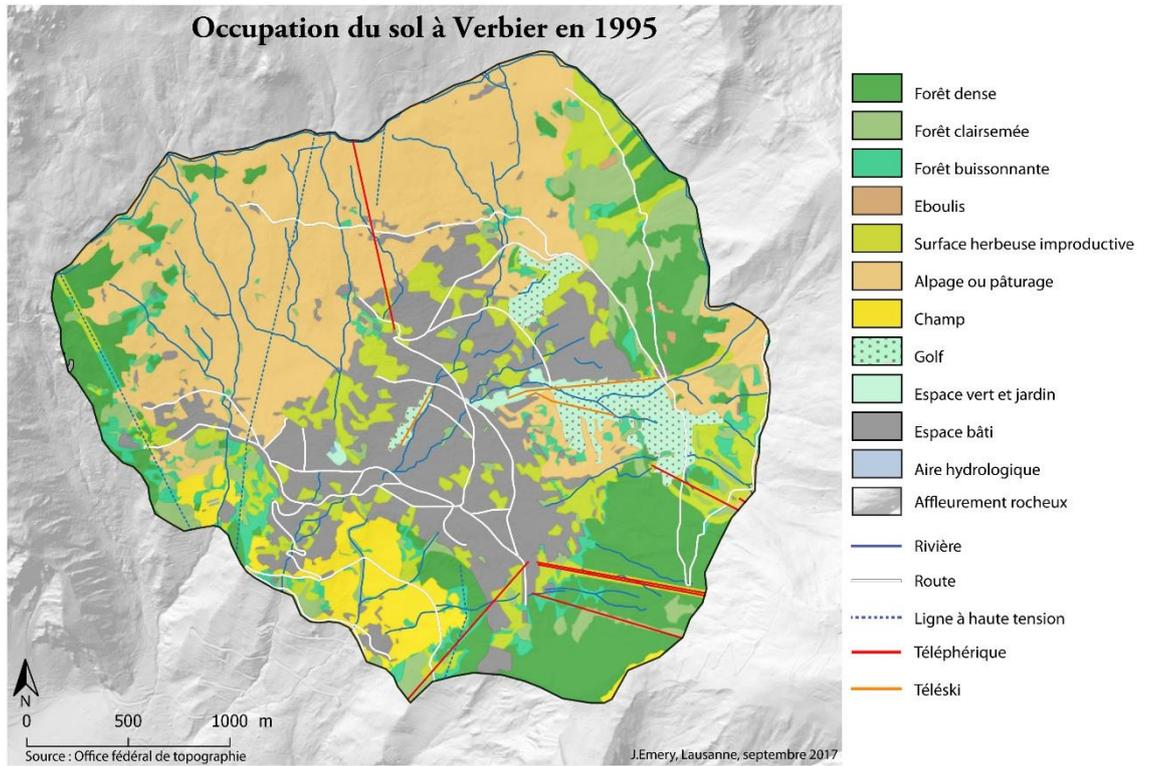
G03



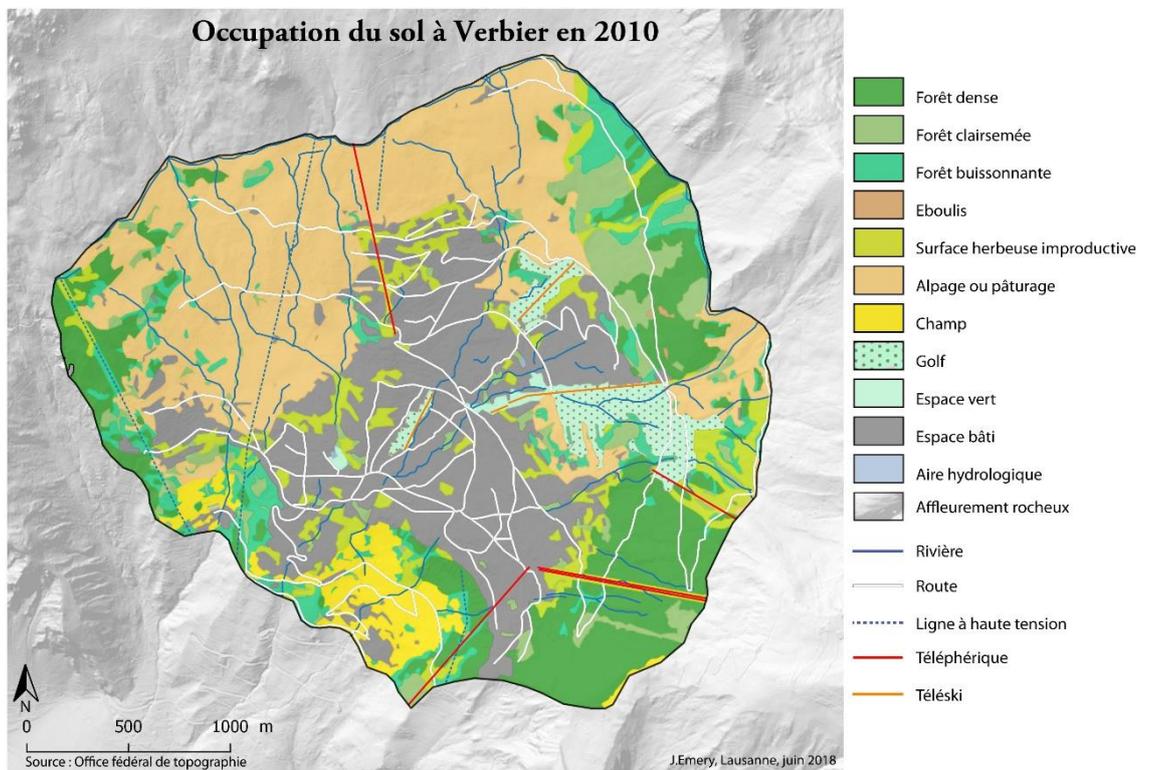
G04



G05



G06

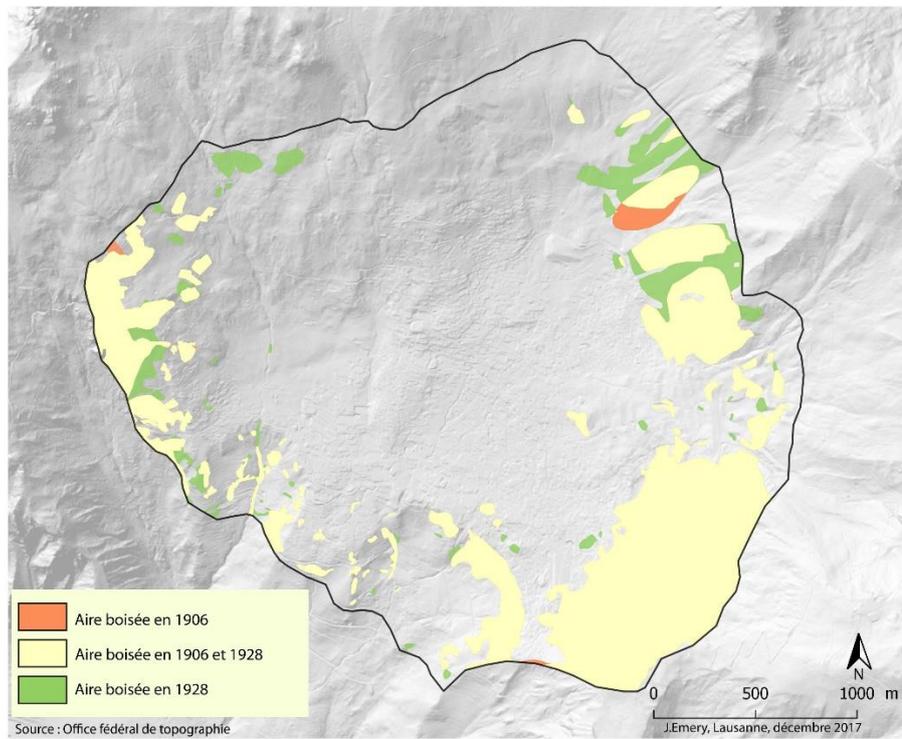


8.7.2. Cartes diachroniques :

1906 – 1928

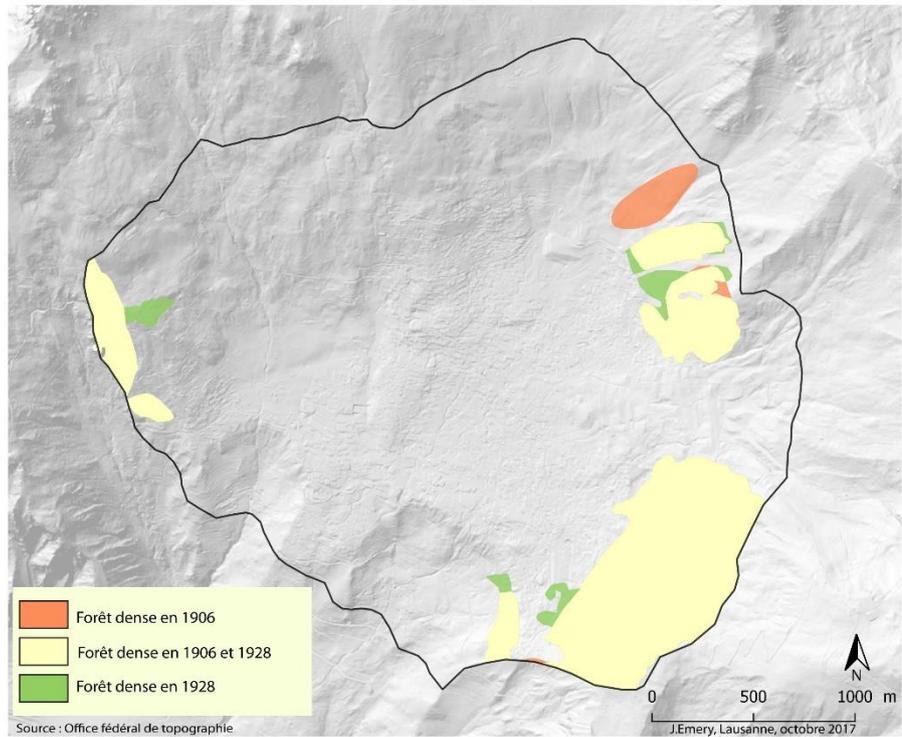
G07

Evolution des aires boisées à Verbier de 1906 à 1928



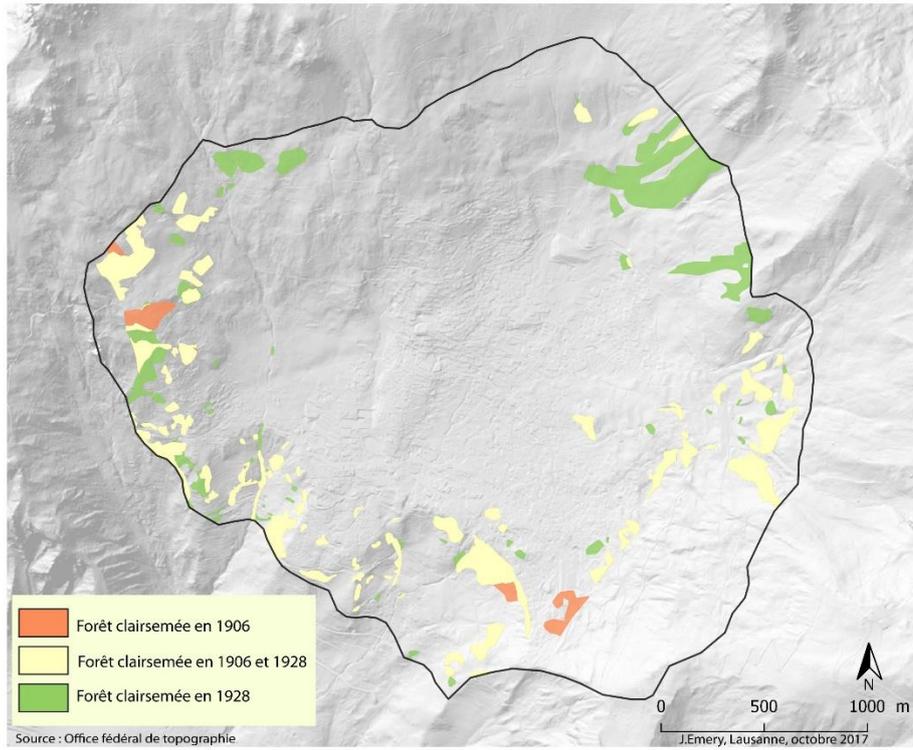
G08

Evolution des aires de forêts denses à Verbier de 1906 à 1928



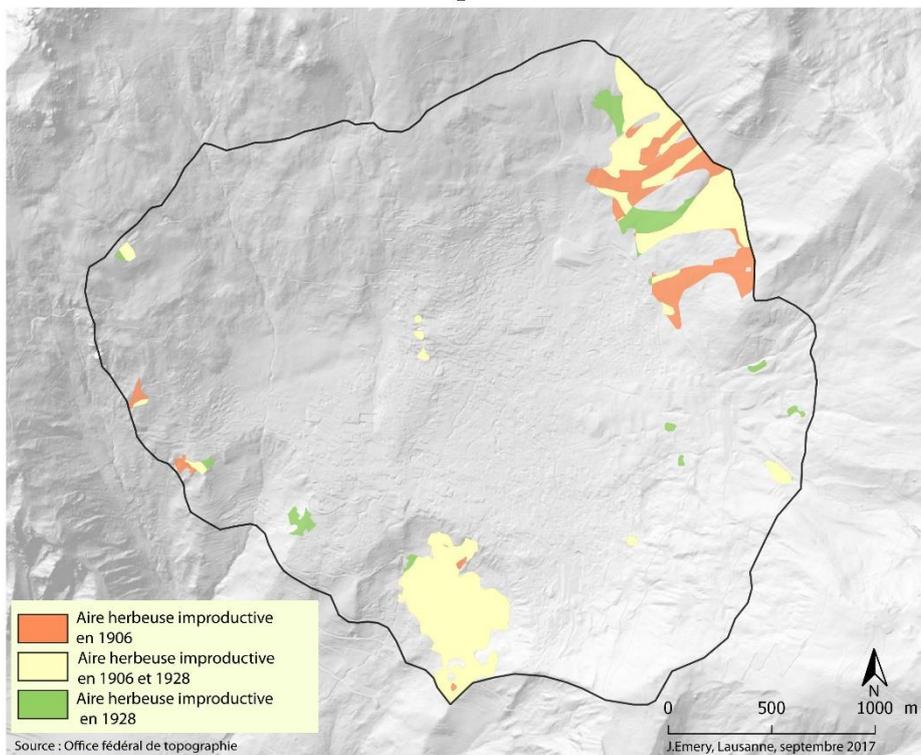
G09

Evolution des aires de forêts clairsemées à Verbier de 1906 à 1928



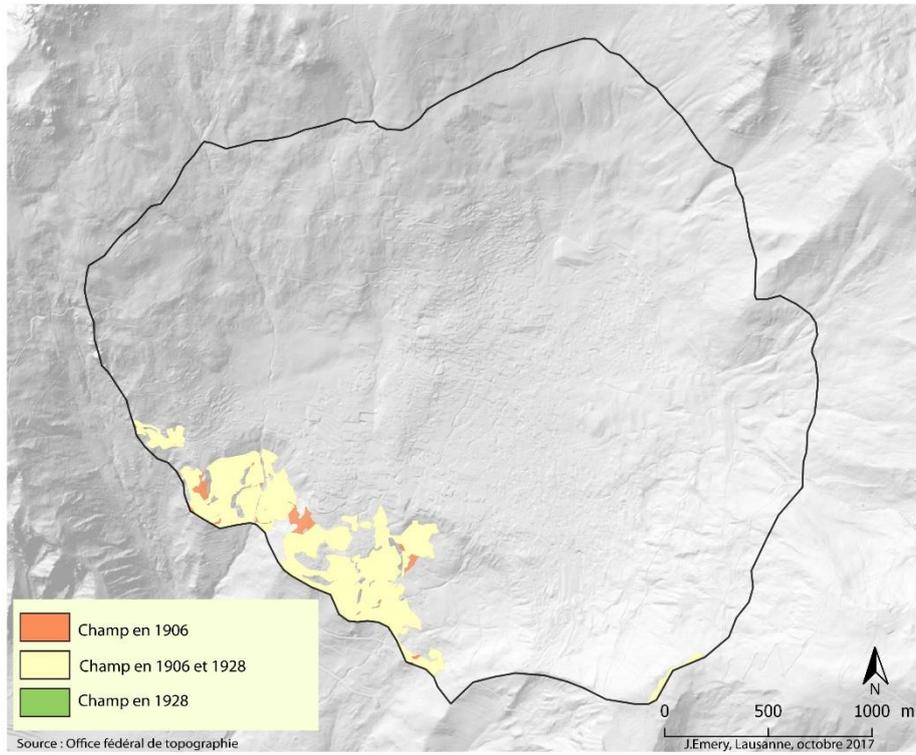
G10

Evolution des surfaces herbeuses improductives à Verbier de 1906 à 1928



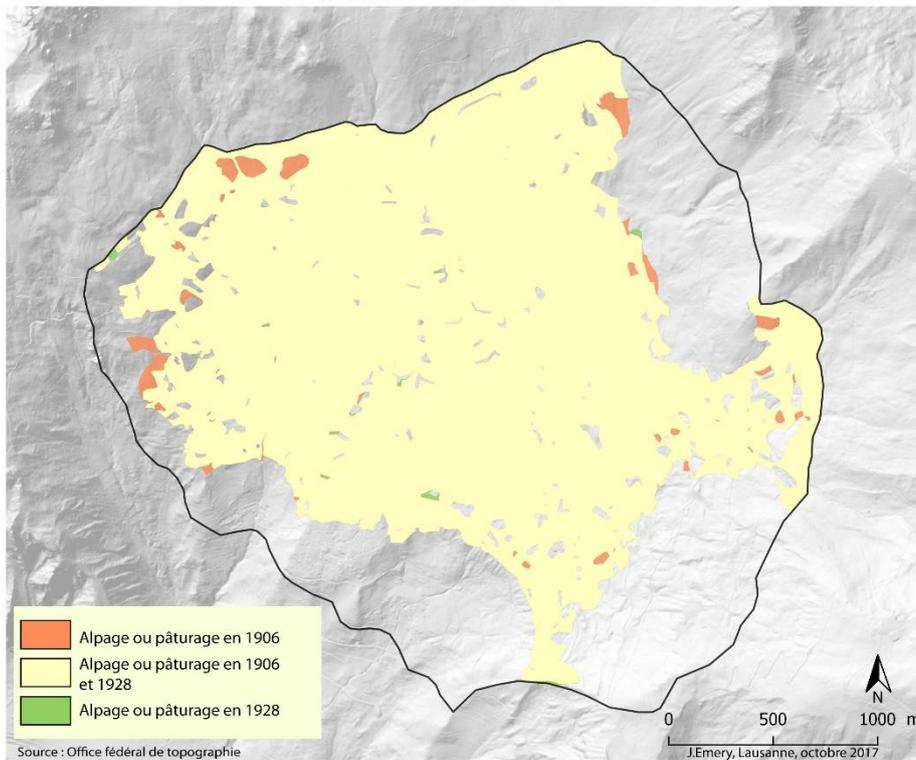
G11

Evolution des aires de champs à Verbier de 1906 à 1928



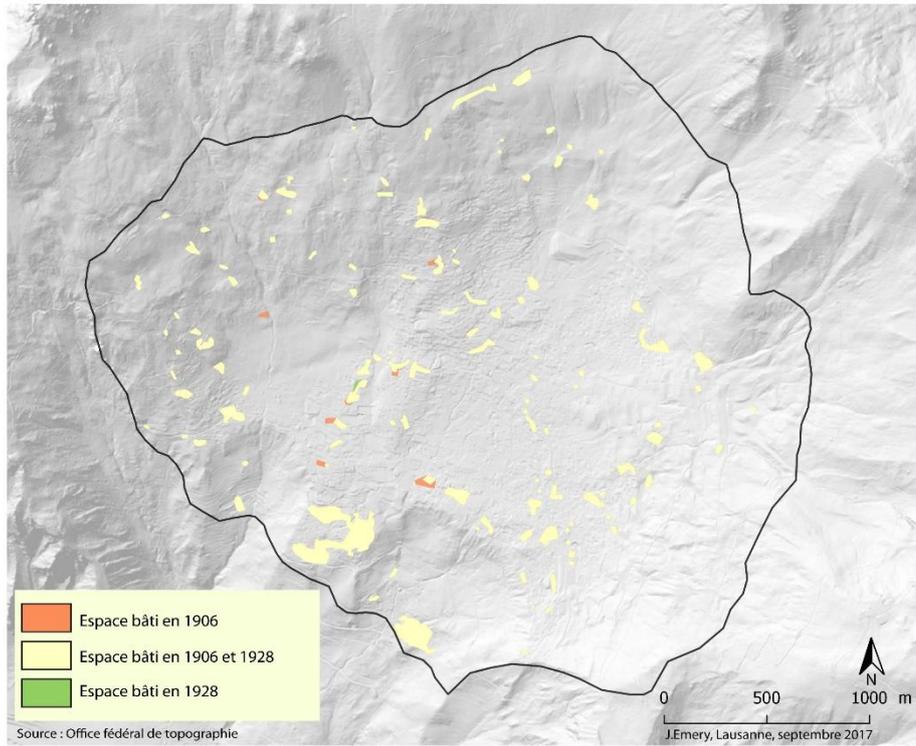
G12

Evolution des aires d'alpages ou de pâturages à Verbier de 1906 à 1928



G13

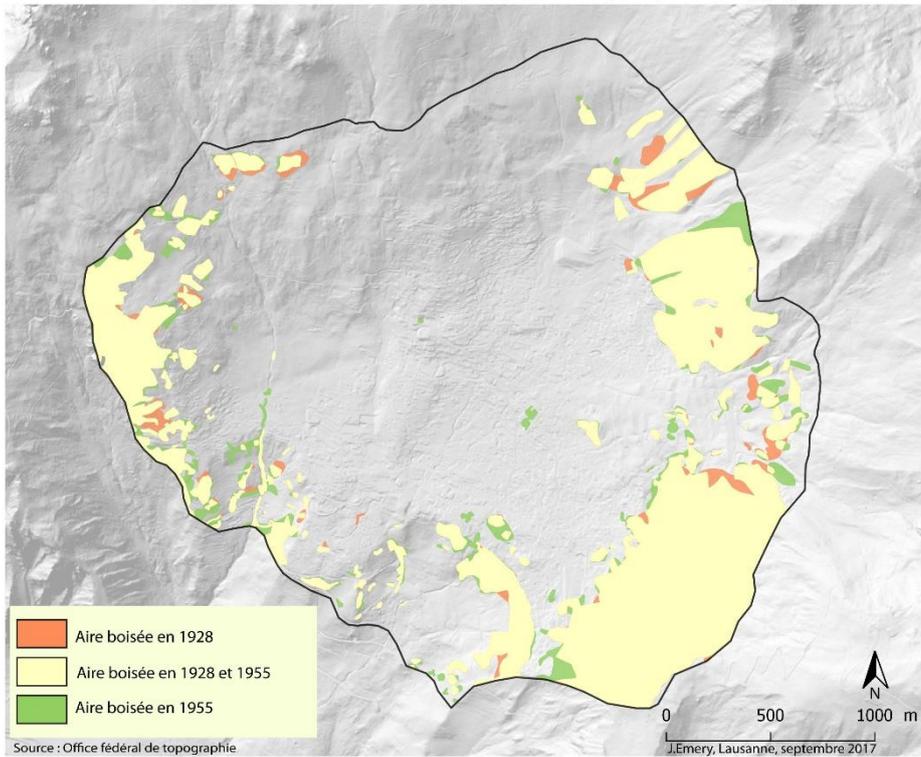
Evolution des espaces bâtis à Verbier de 1906 à 1928



1928 – 1955

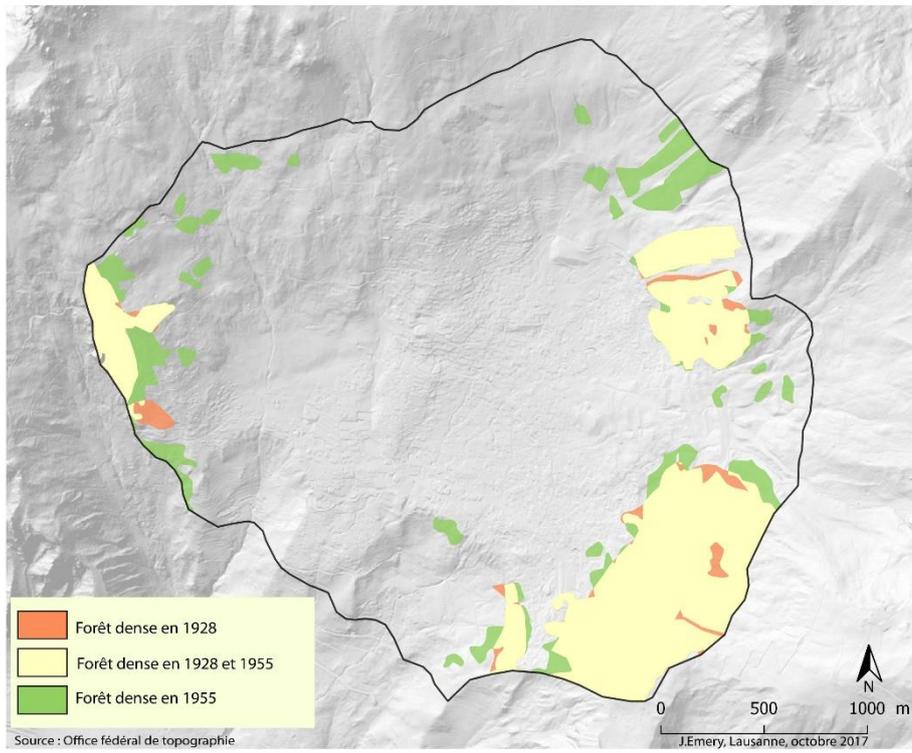
G14

Evolution des aires boisées à Verbier de 1928 à 1955



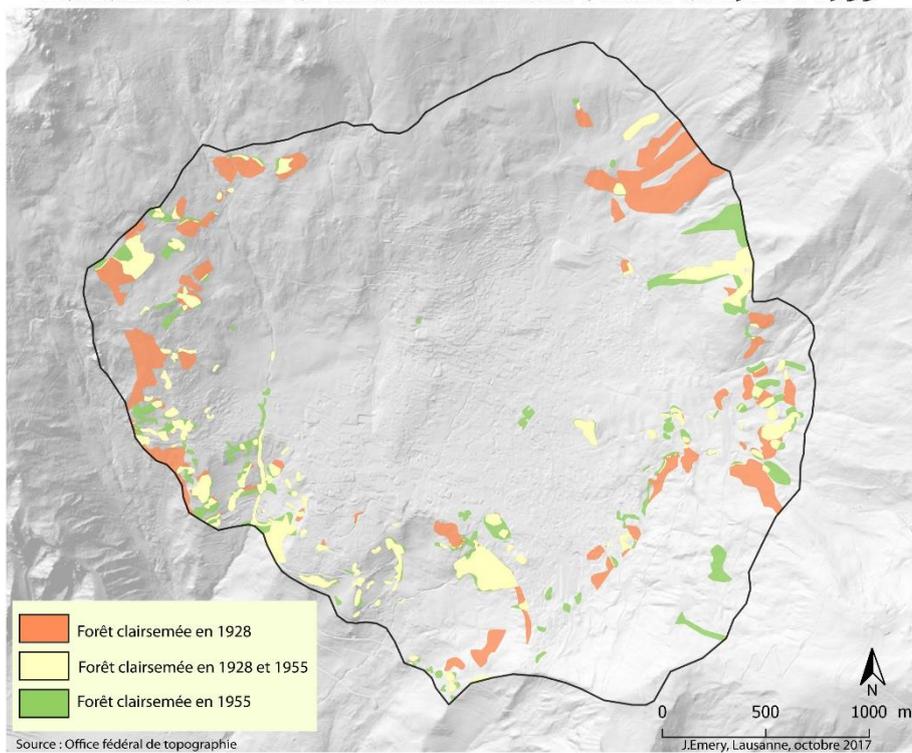
G15

Evolution des aires de forêts denses à Verbier de 1928 à 1955



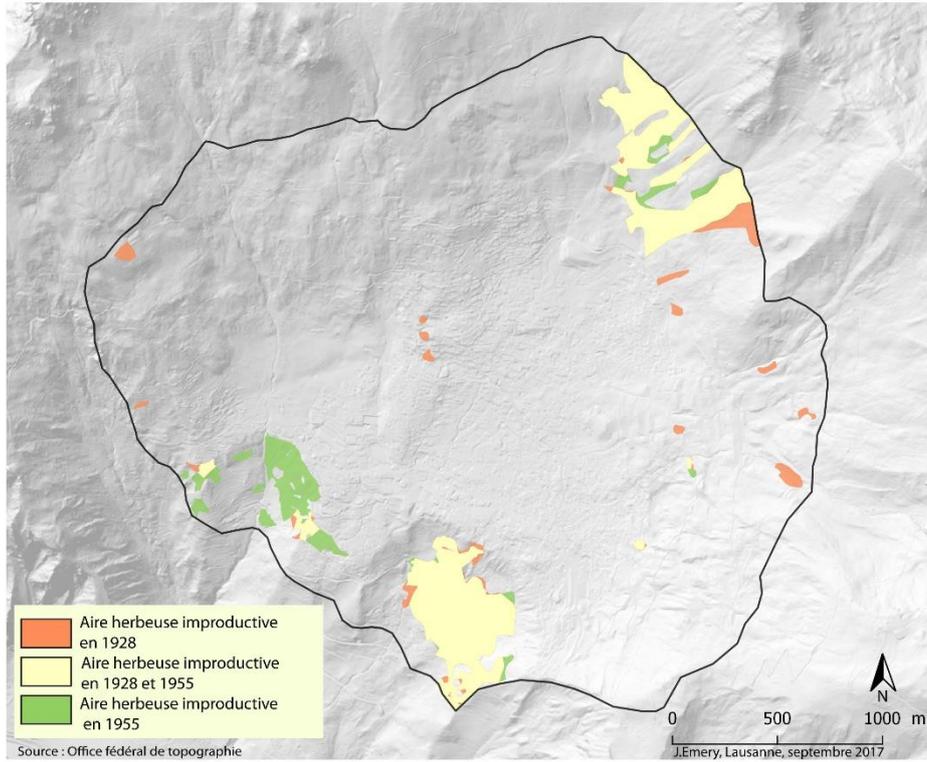
G16

Evolution des aires de forêts clairsemées à Verbier de 1928 à 1955



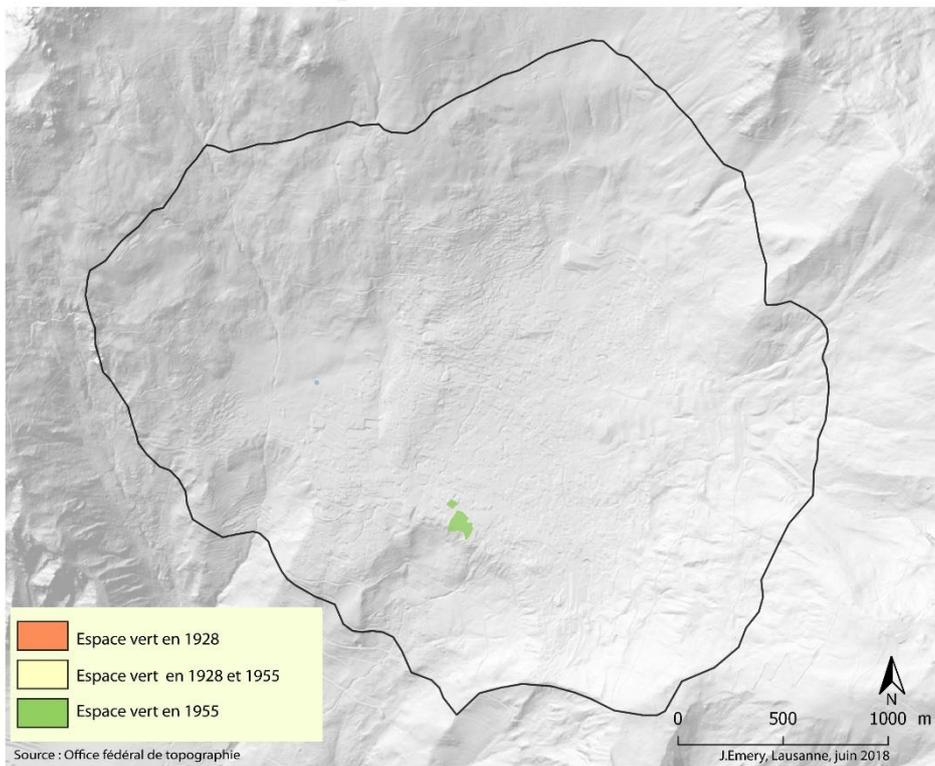
G17

Evolution des surfaces herbeuses improductives à Verbier de 1928 à 1955



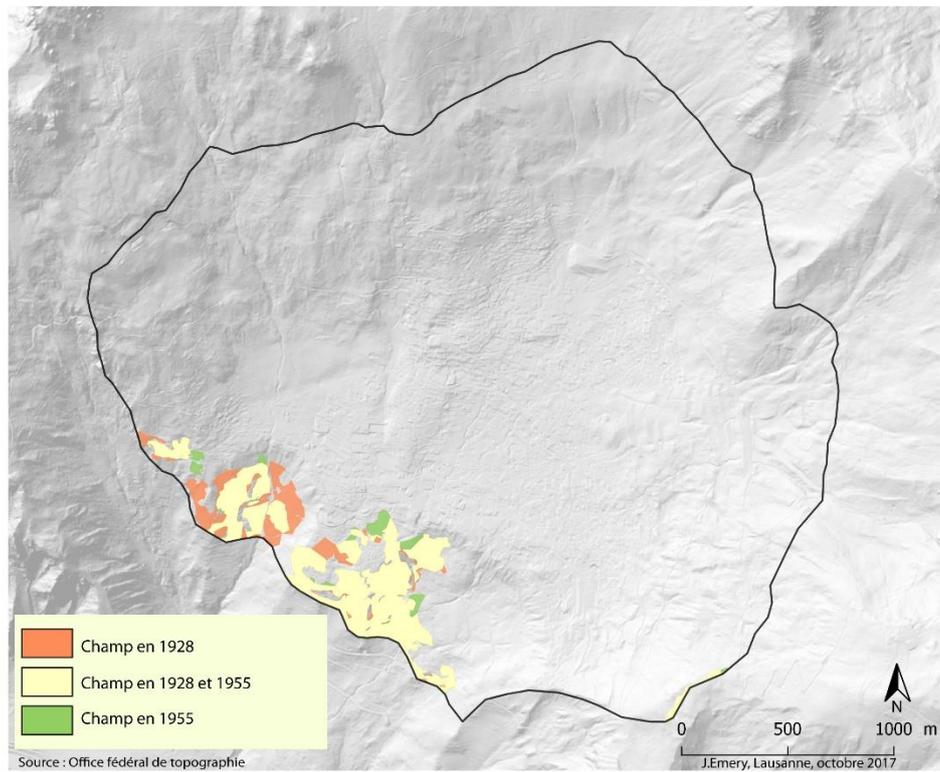
G18

Evolution des espaces verts à Verbier de 1928 à 1955



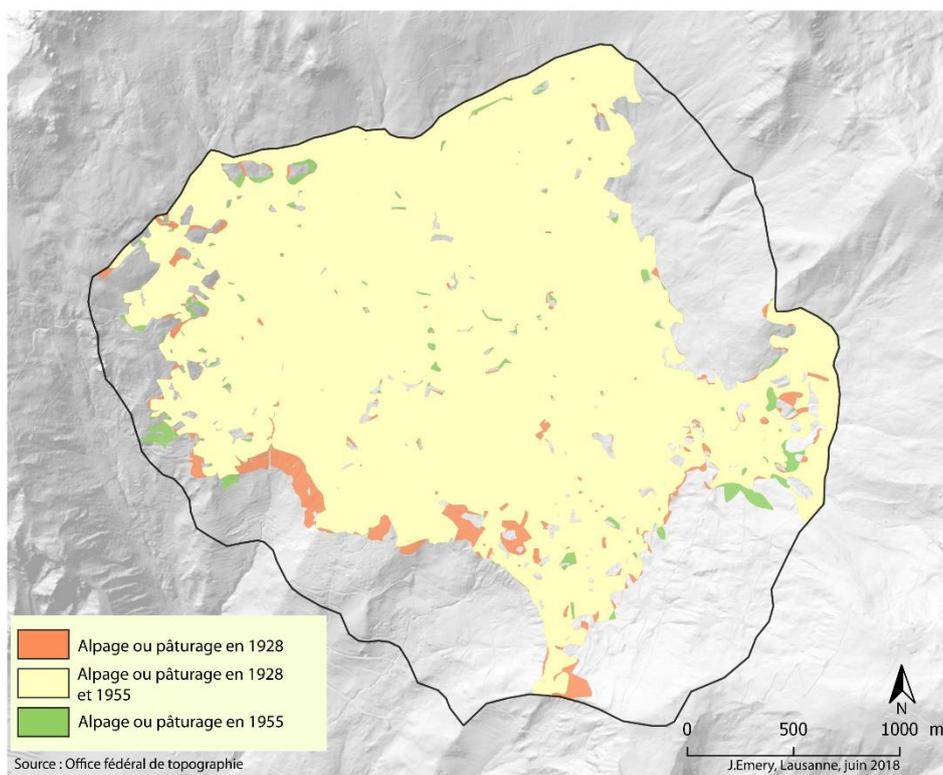
G19

Evolution des aires de champs à Verbier de 1928 à 1955



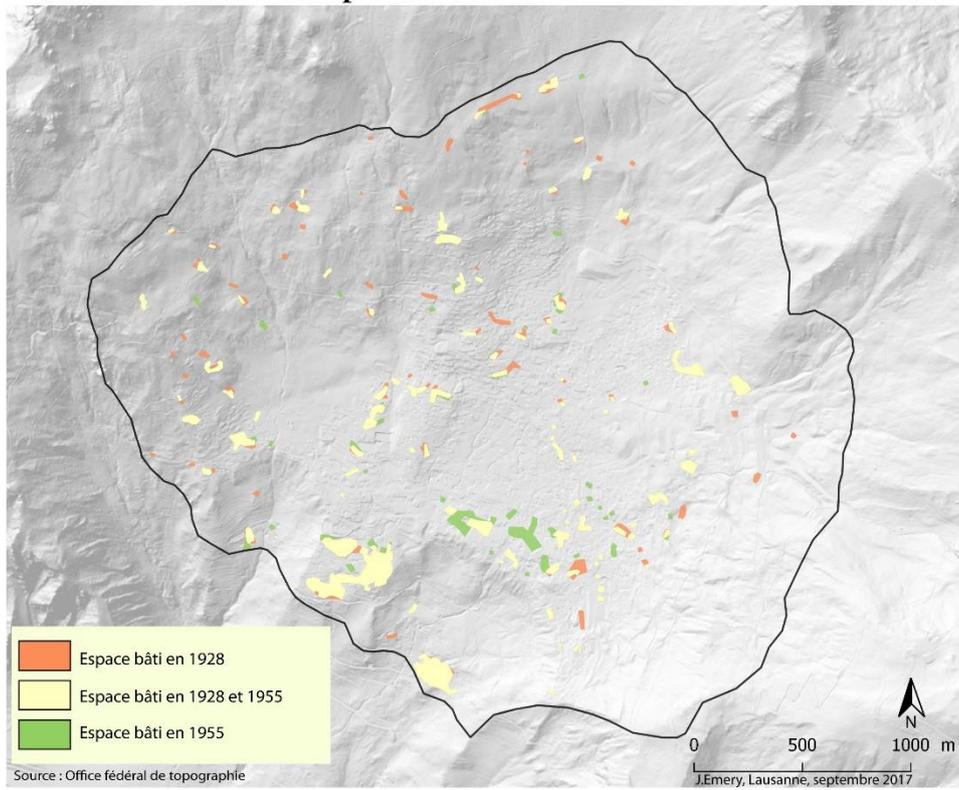
G20

Evolution des aires d'alpages ou de pâturages à Verbier de 1928 à 1955



G21

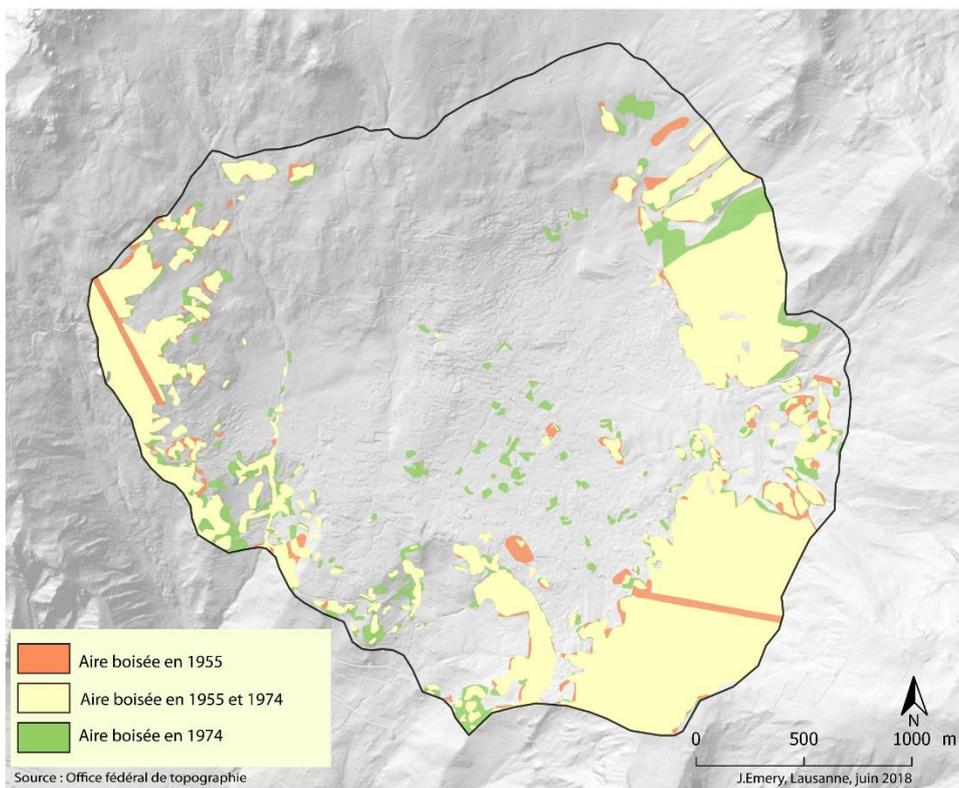
Evolution des espaces bâtis à Verbier de 1928 à 1955



1955 – 1974

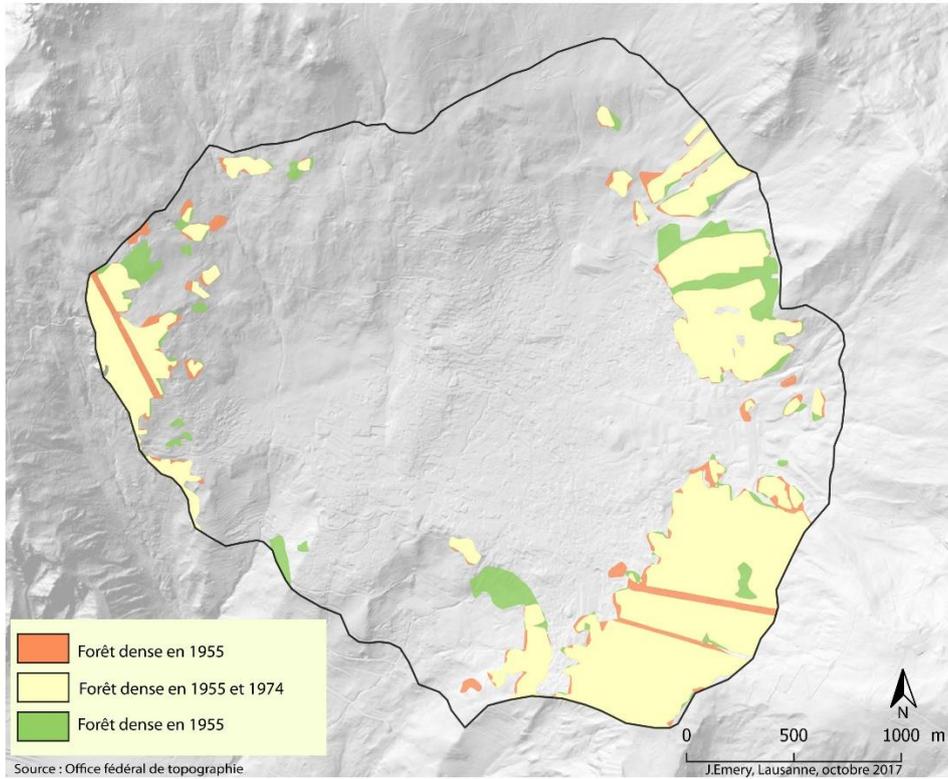
G22

Evolution des aires boisées à Verbier de 1955 à 1974



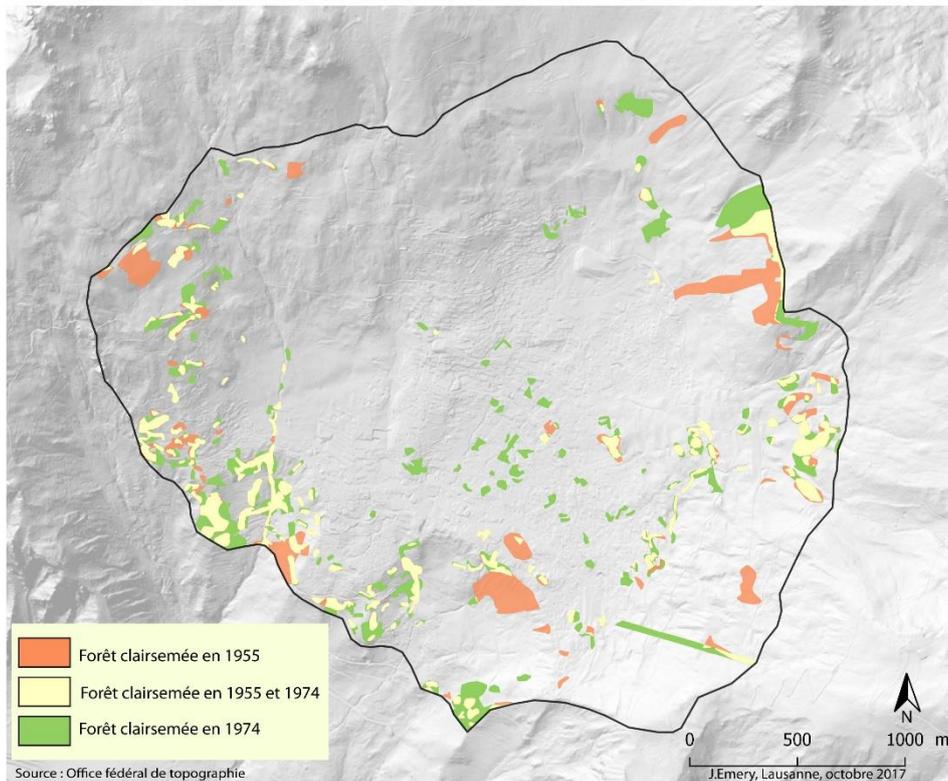
G23

Evolution des aires de forêts denses à Verbier de 1955 à 1974



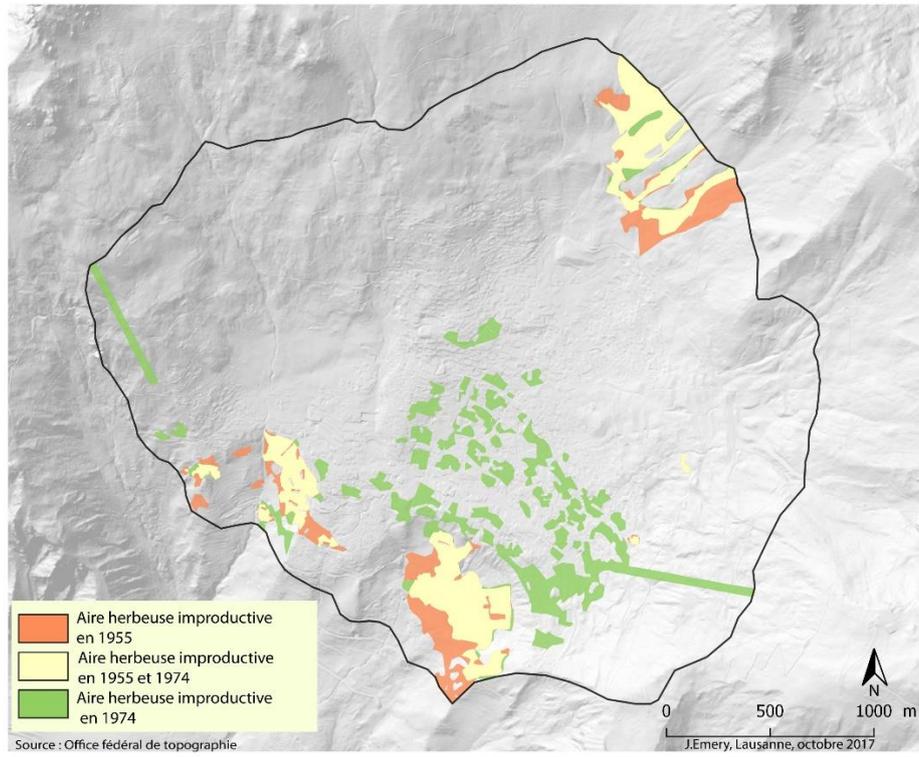
G24

Evolution des aires de forêts clairsemées à Verbier de 1955 à 1974



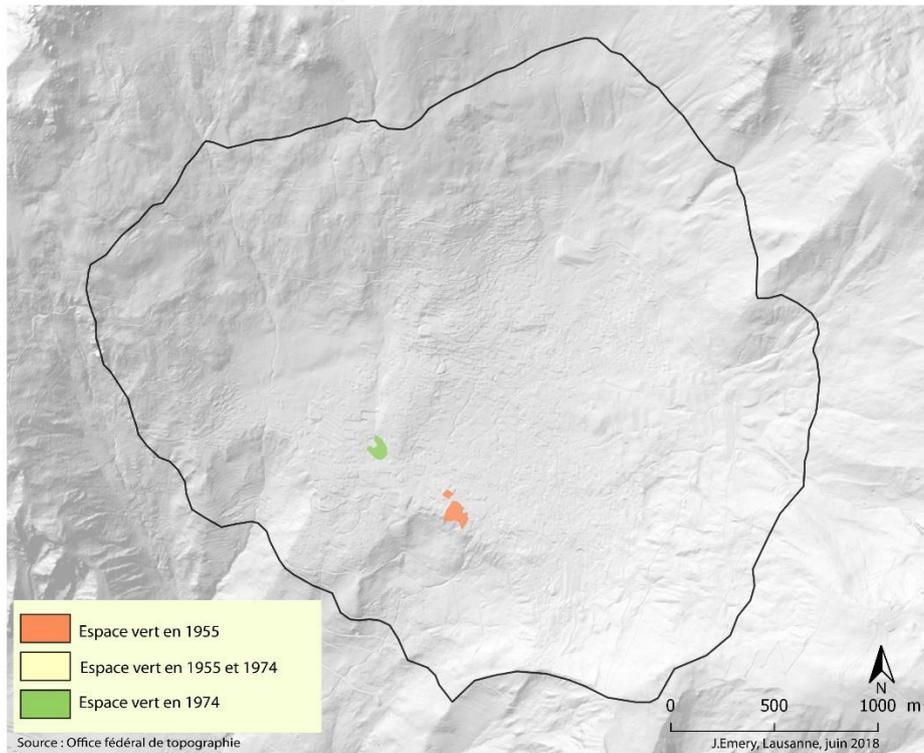
G25

Evolution des surfaces herbeuses improductives à Verbier de 1955 à 1974



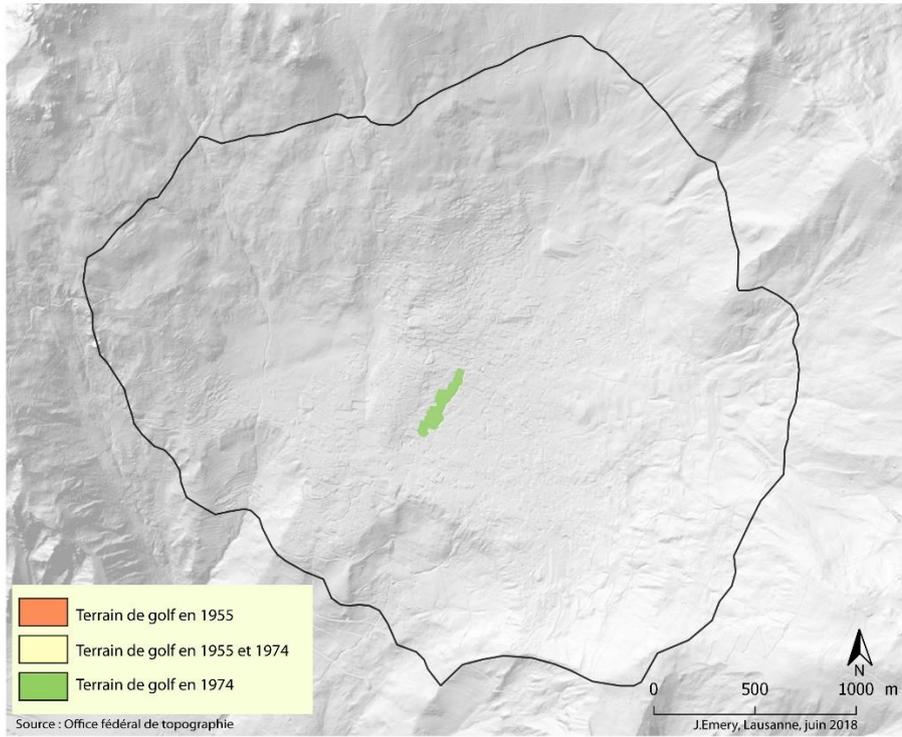
G26

Evolution des espaces verts à Verbier de 1955 à 1974



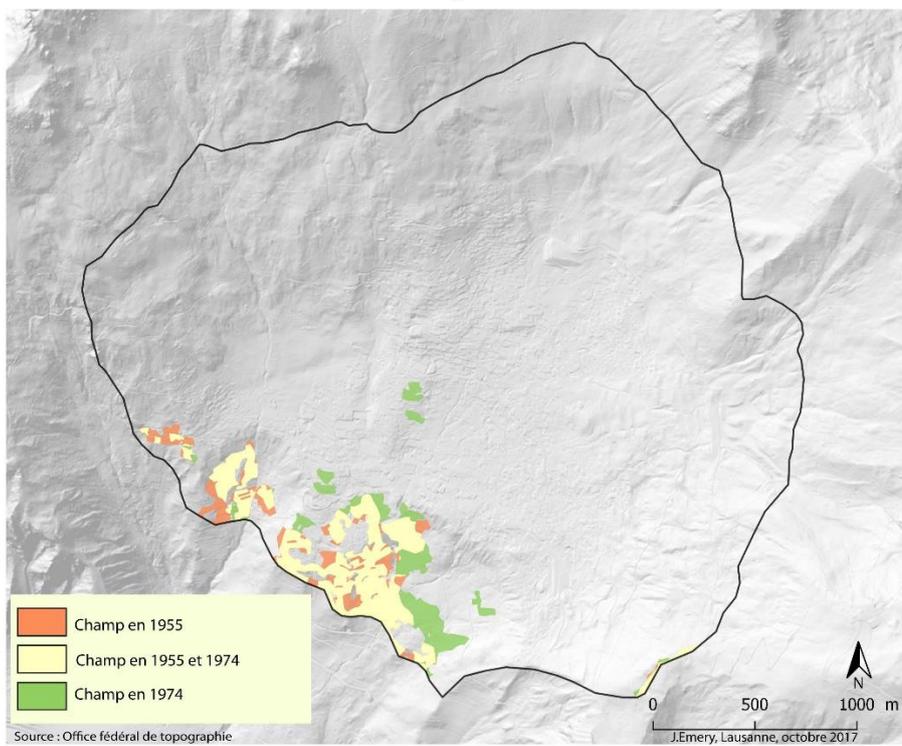
G27

Evolution des aires de terrains de golf à Verbier de 1955 à 1974



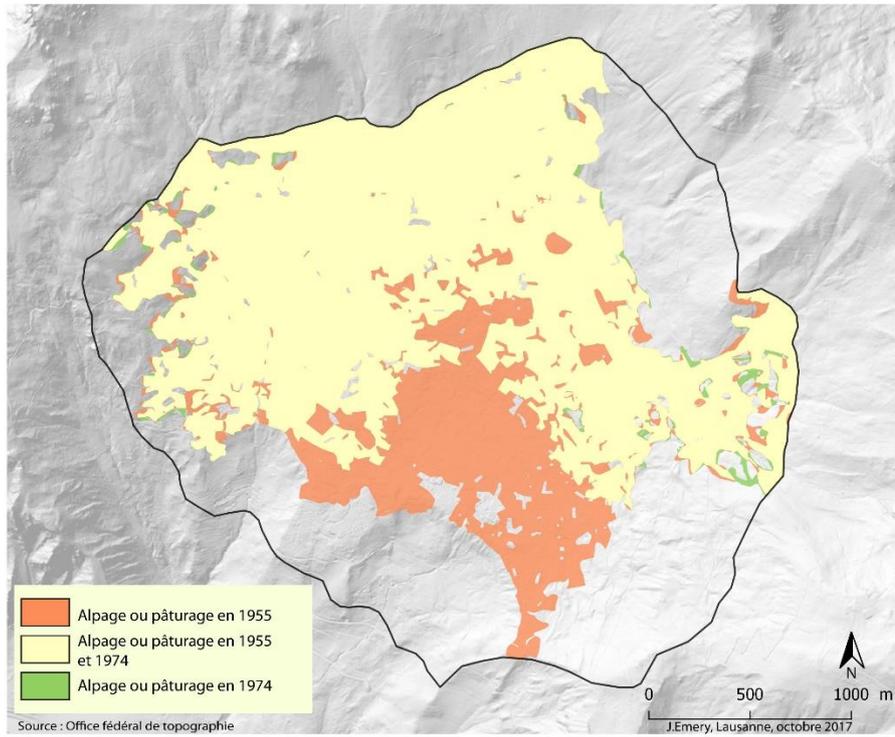
G28

Evolution des aires de champs à Verbier de 1955 à 1974



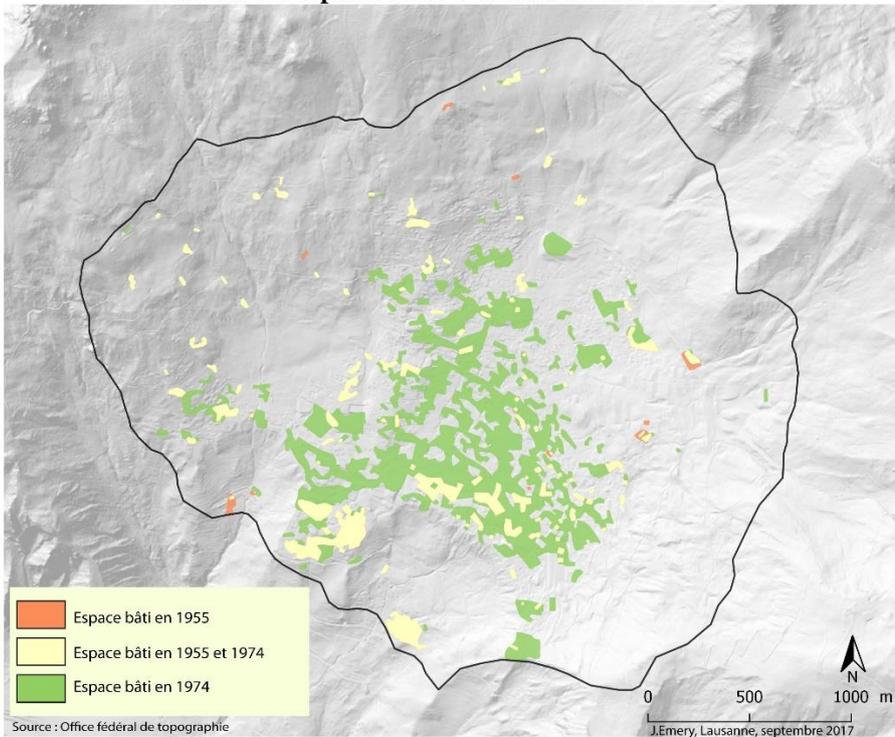
G29

Evolution des aires d'alpages ou de pâturages à Verbier de 1955 à 1974



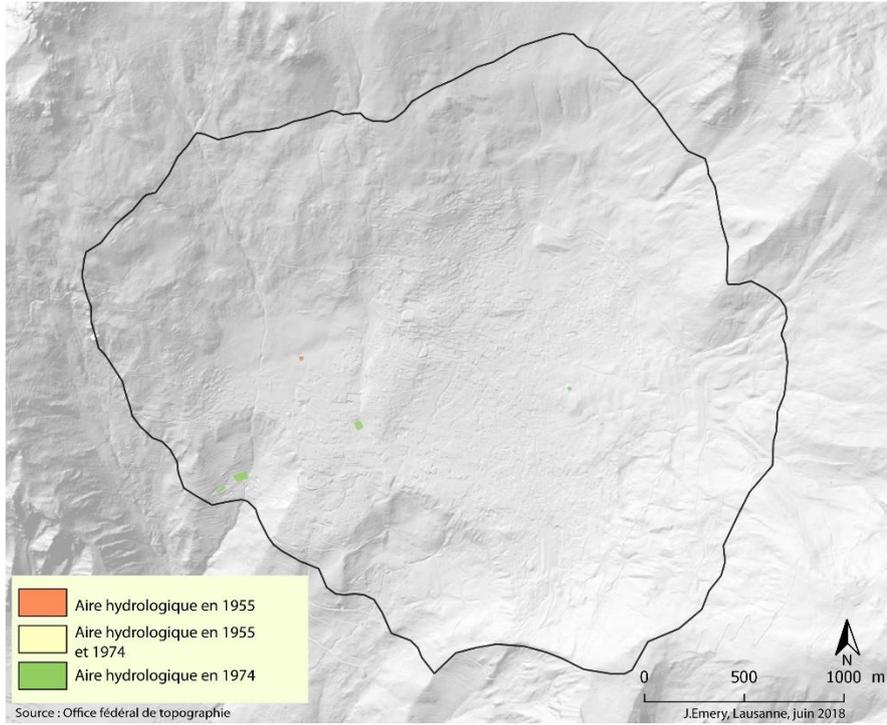
G30 : Evolution des espaces bâtis à Verbier de 1955 à 1974

Evolution des espaces bâtis à Verbier de 1955 à 1974



G31

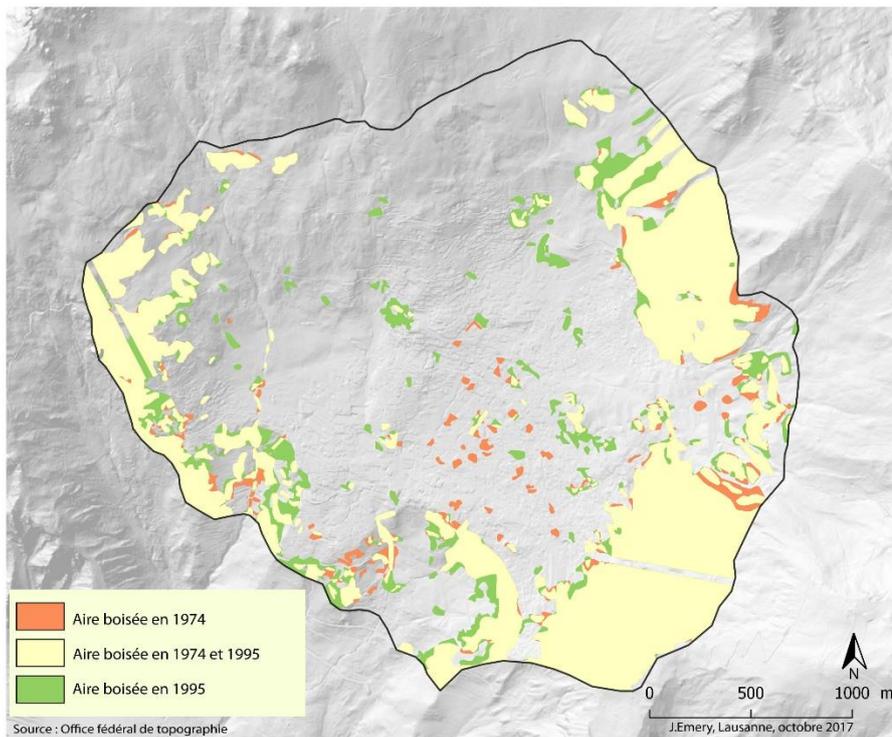
Evolution des aires hydrologiques à Verbier de 1955 à 1974



1974 – 1995

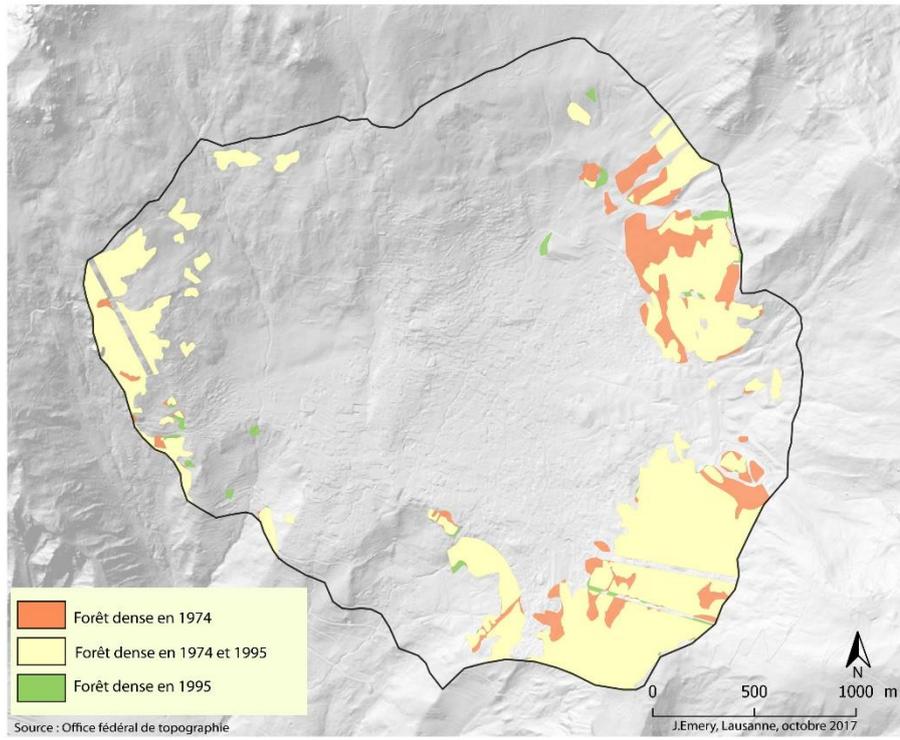
G32

Evolution des aires boisées à Verbier de 1974 à 1995



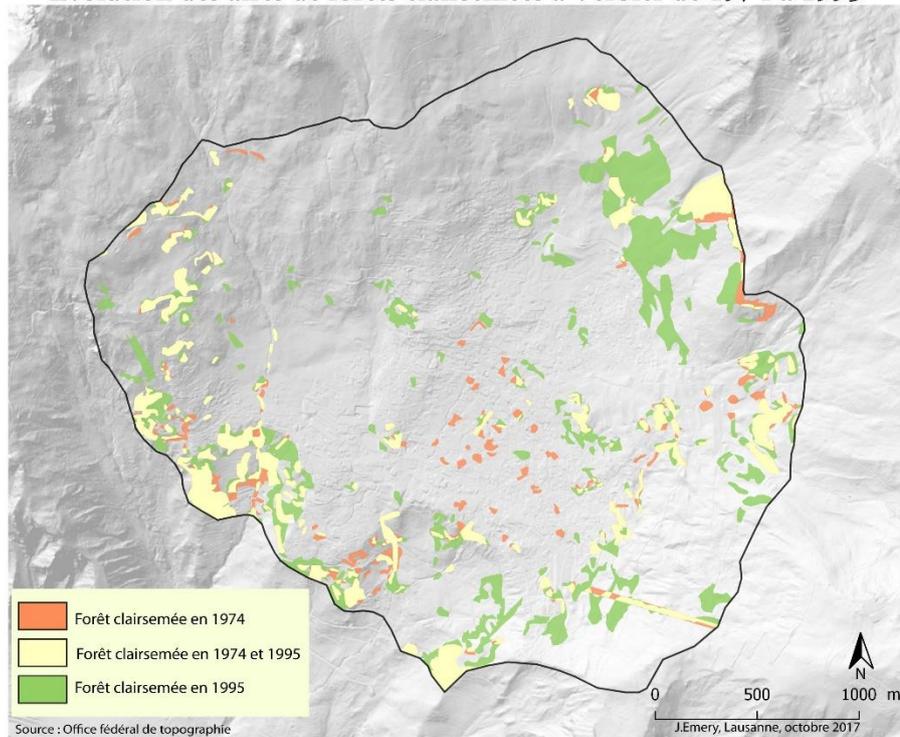
G33

Evolution des aires de forêts denses à Verbier de 1974 à 1995



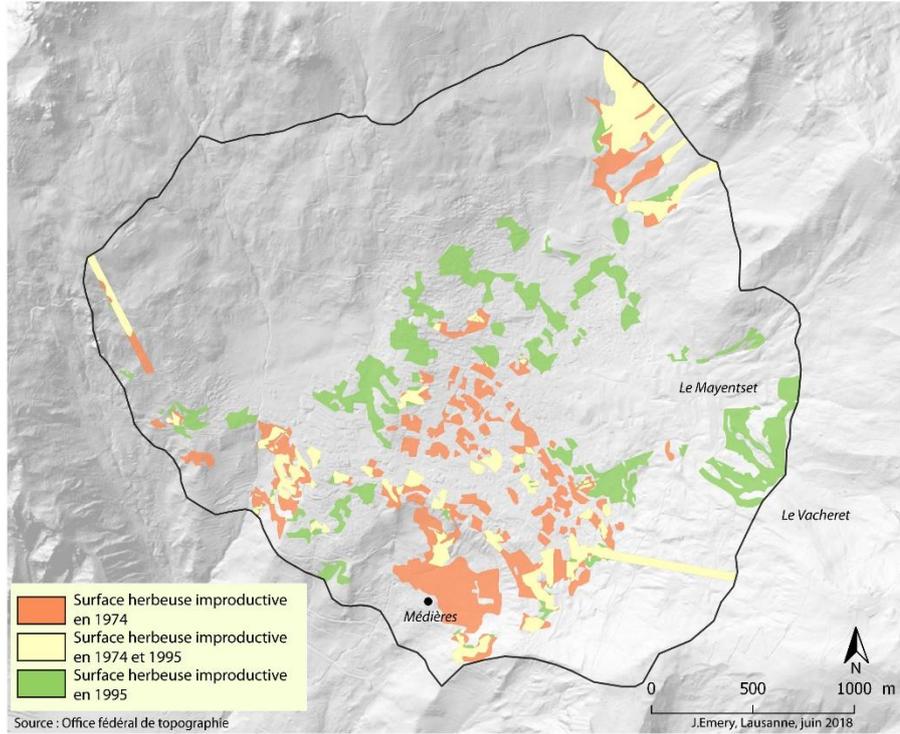
G34

Evolution des aires de forêts clairsemées à Verbier de 1974 à 1995



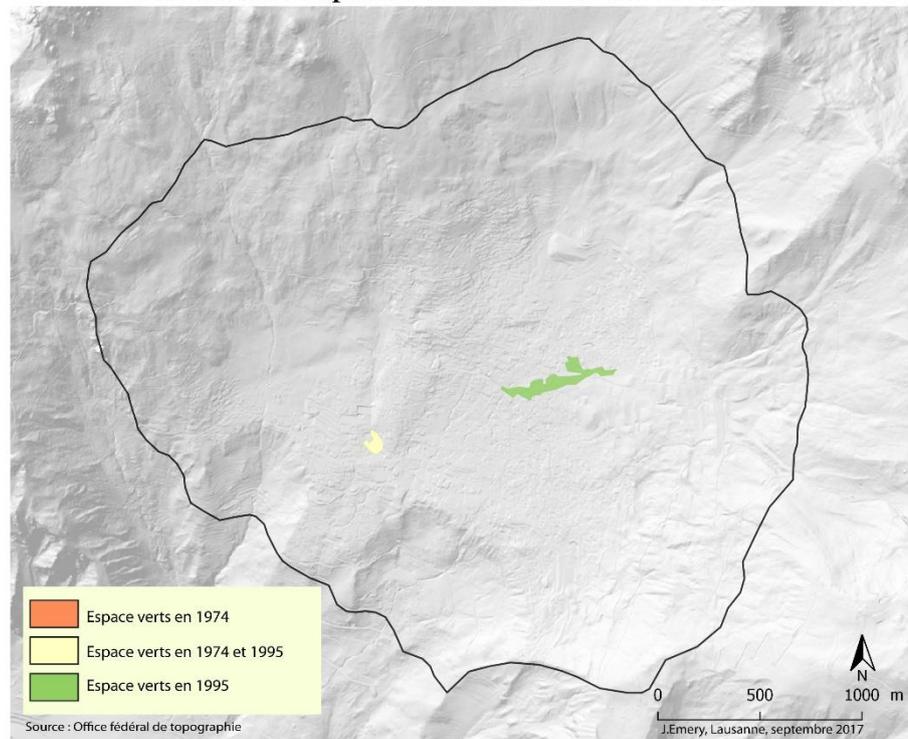
G35

Evolution des surfaces herbeuses improductives à Verbier de 1974 à 1995



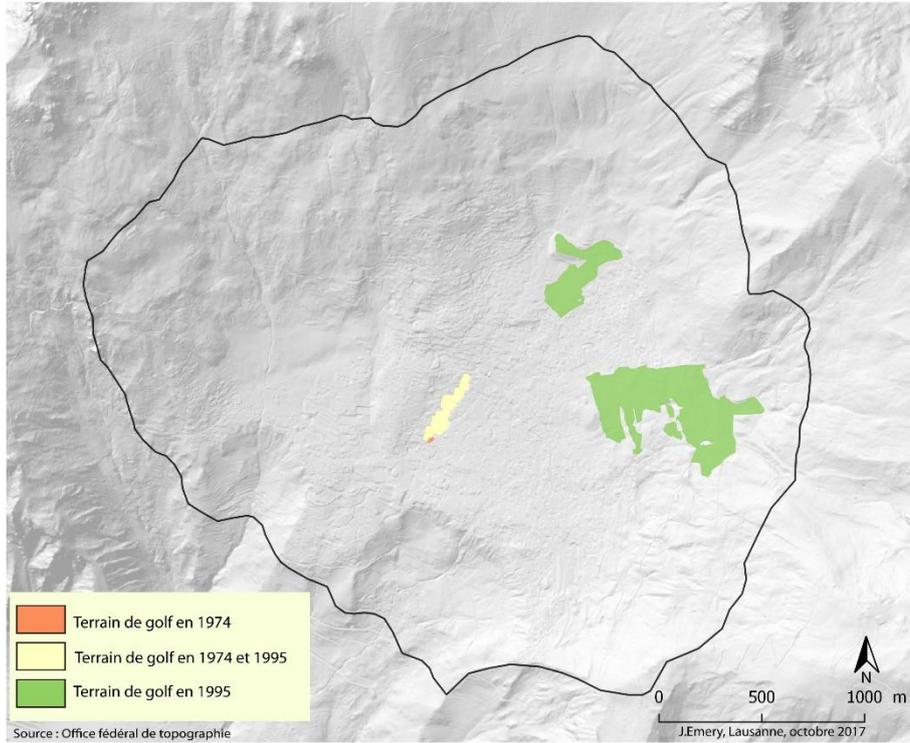
G36

Evolution des espaces verts à Verbier de 1974 à 1995



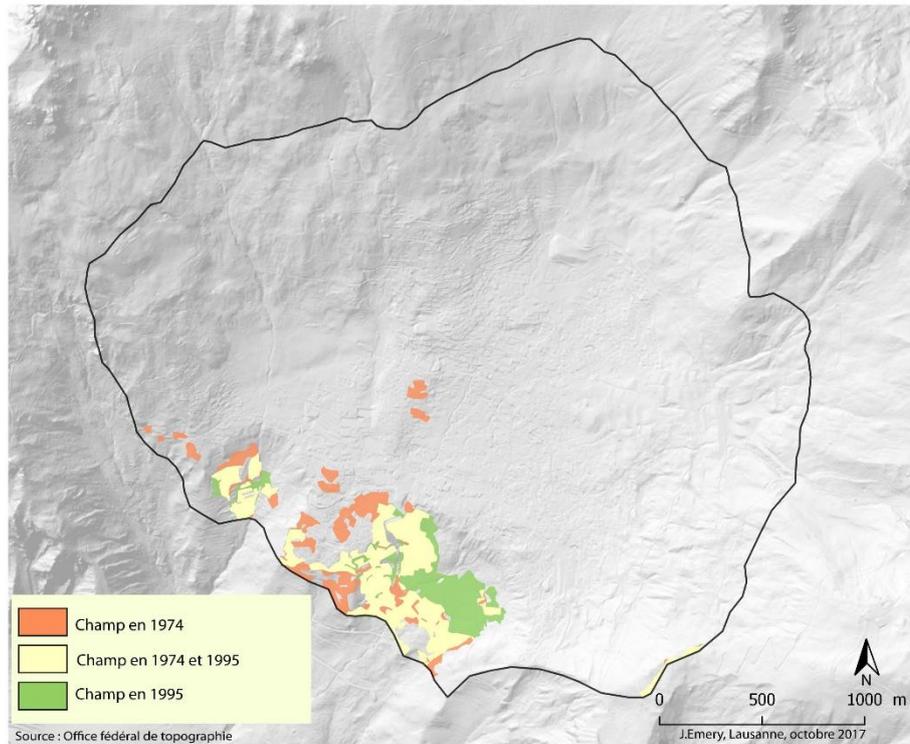
G37

Evolution des aires de terrains de golf à Verbier de 1974 à 1995



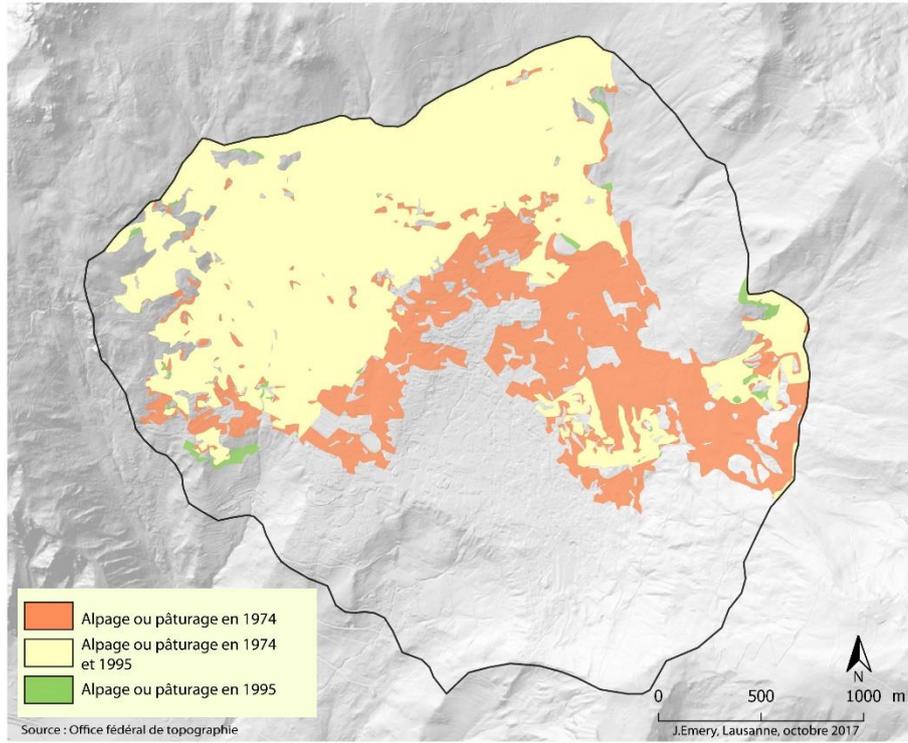
G38

Evolution des aires de champs à Verbier de 1974 à 1995



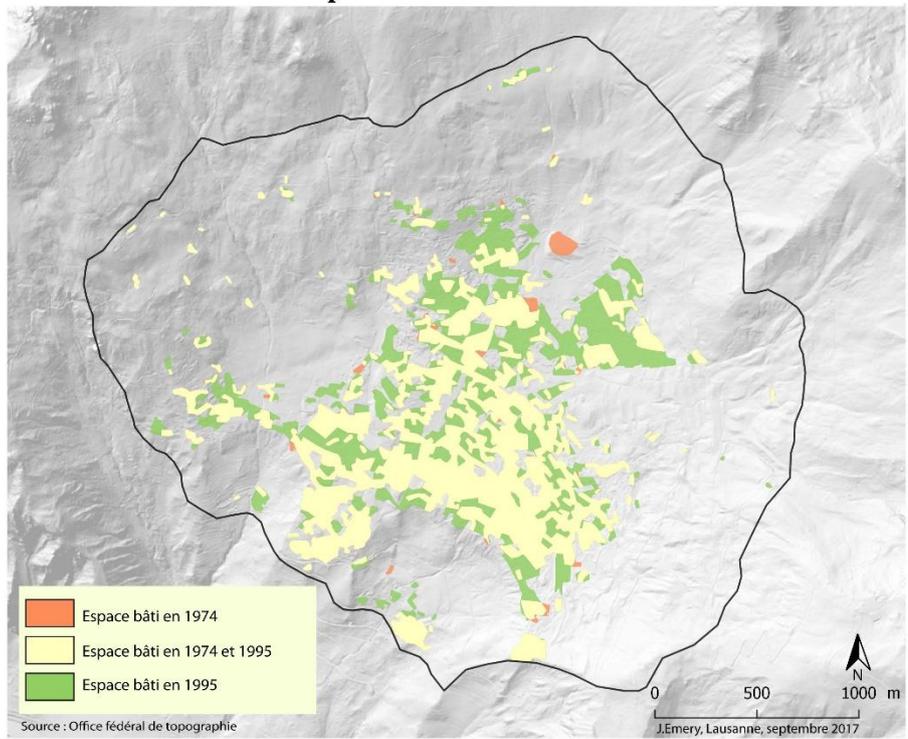
G39

Evolution des aires d'alpages ou de pâturages à Verbier de 1974 à 1995



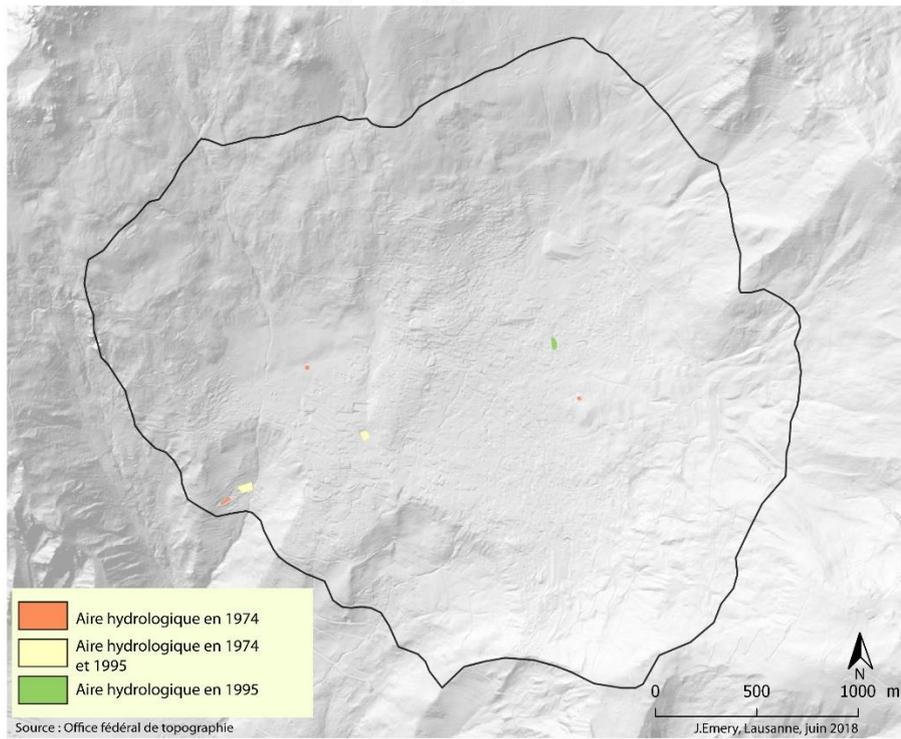
G40

Evolution des espaces bâtis à Verbier de 1974 à 1995



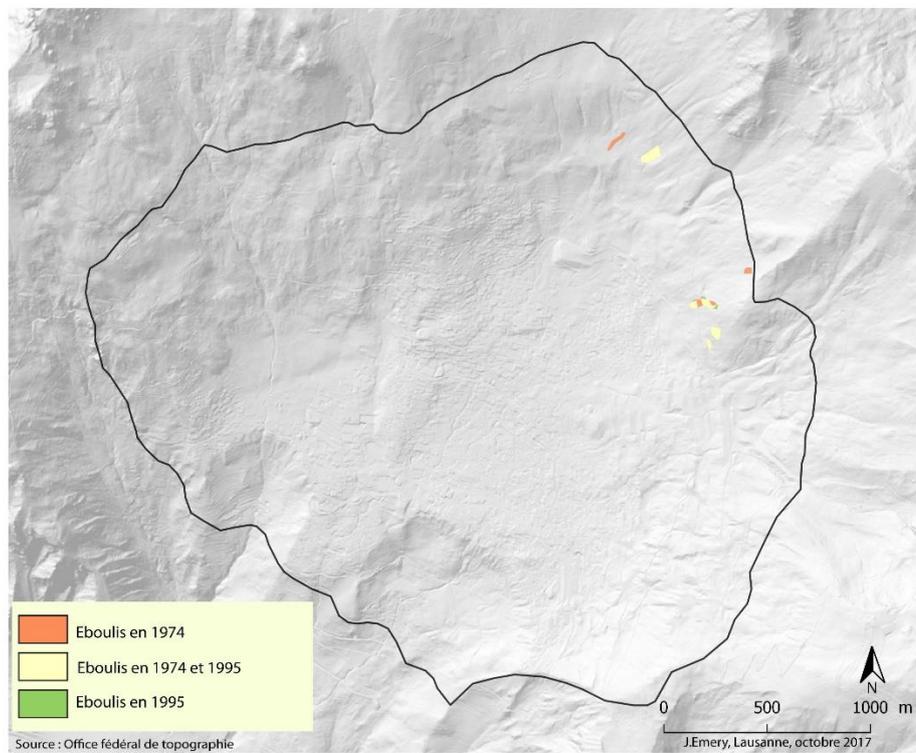
G41

Evolution des aires hydrologiques à Verbier de 1974 à 1995



G42

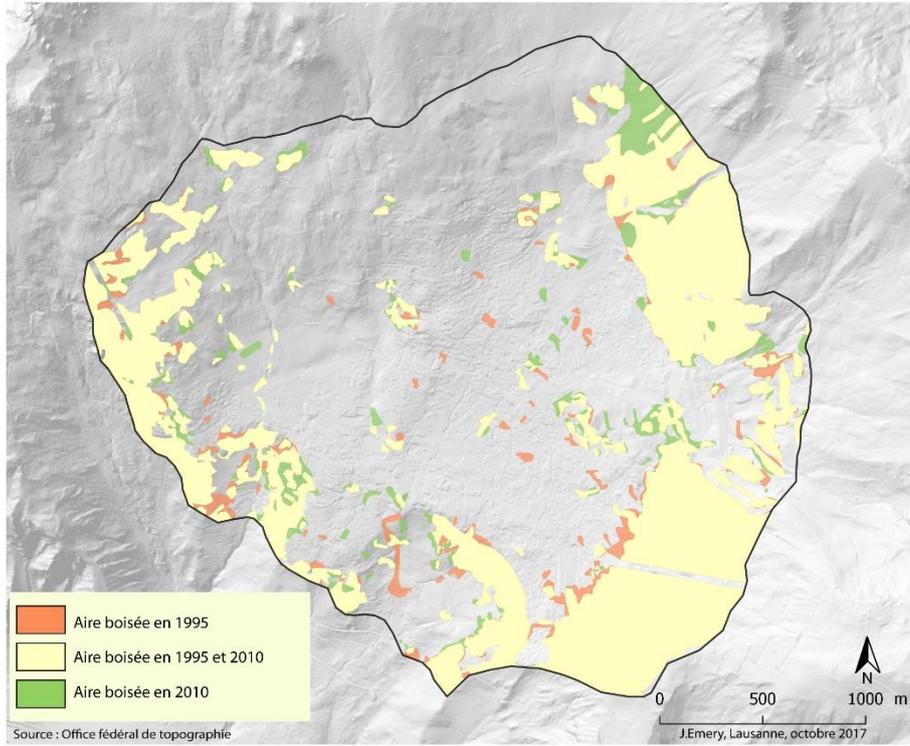
Evolution des aires d'éboulis à Verbier de 1974 à 1995



1995 – 2010

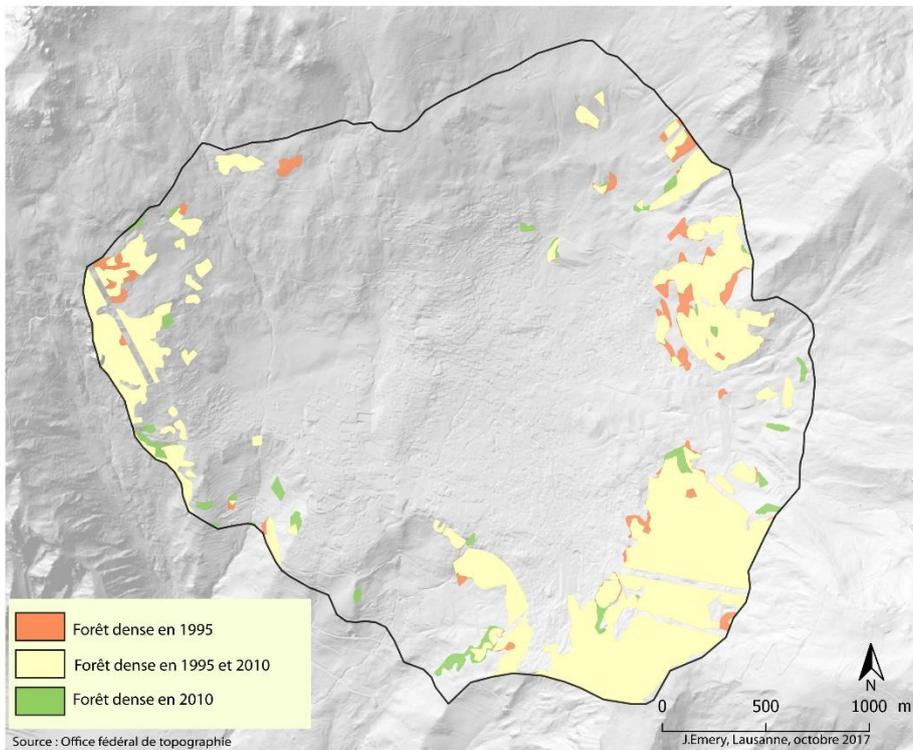
G43

Evolution des aires boisées à Verbier de 1995 à 2010



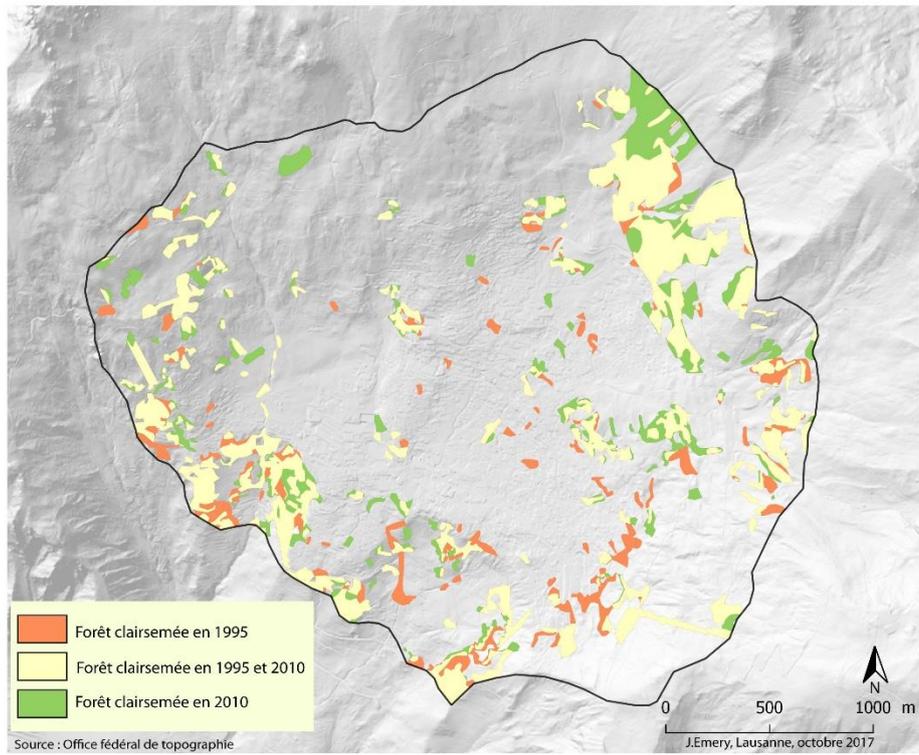
G44

Evolution des aires de forêts denses à Verbier de 1995 à 2010



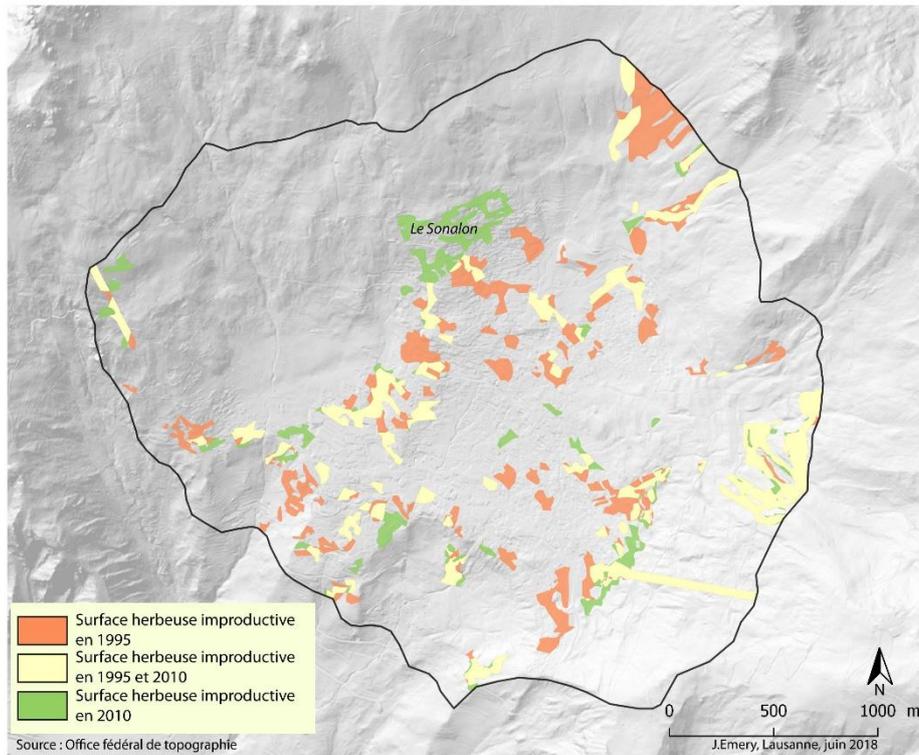
G45

Evolution des forêts clairsemées à Verbier de 1995 à 2010



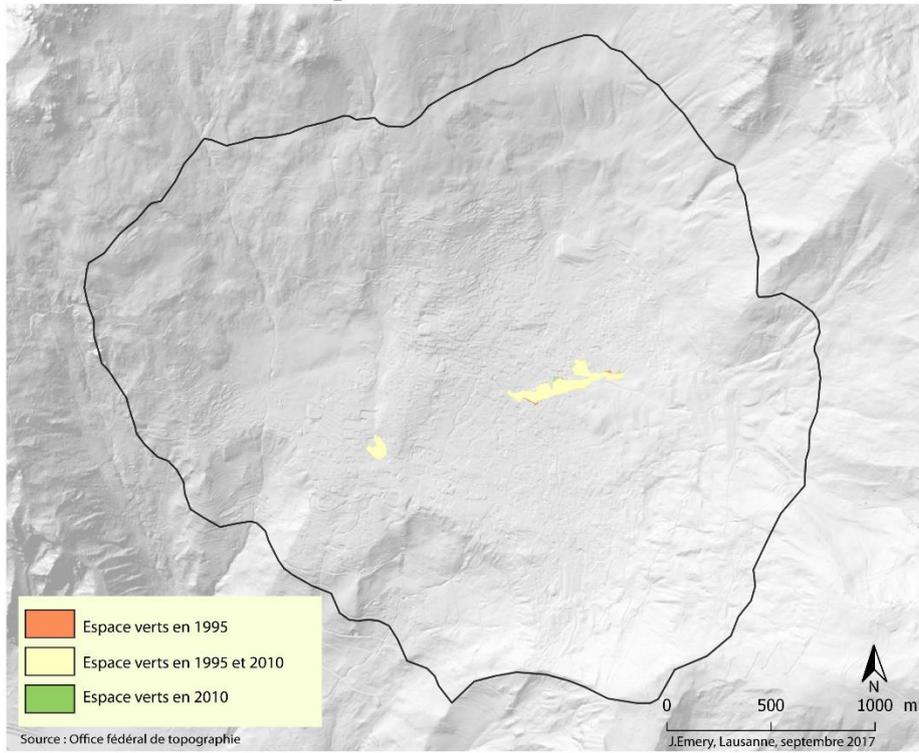
G46

Evolution des surfaces herbeuses improductives à Verbier de 1995 à 2010



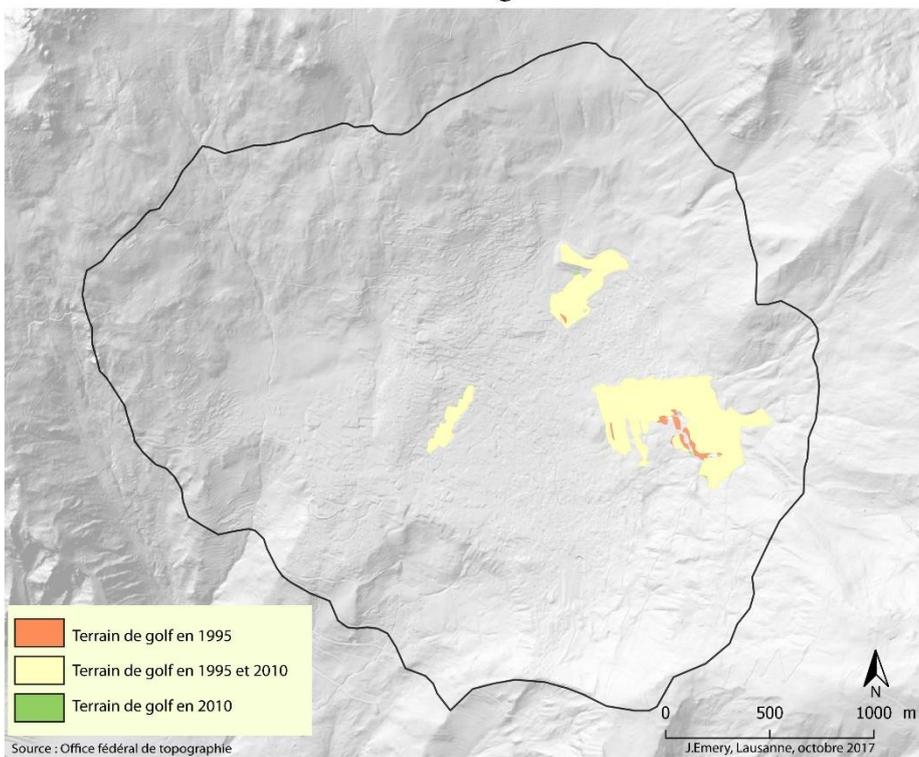
G47

Evolution des espaces verts à Verbier de 1995 à 2010



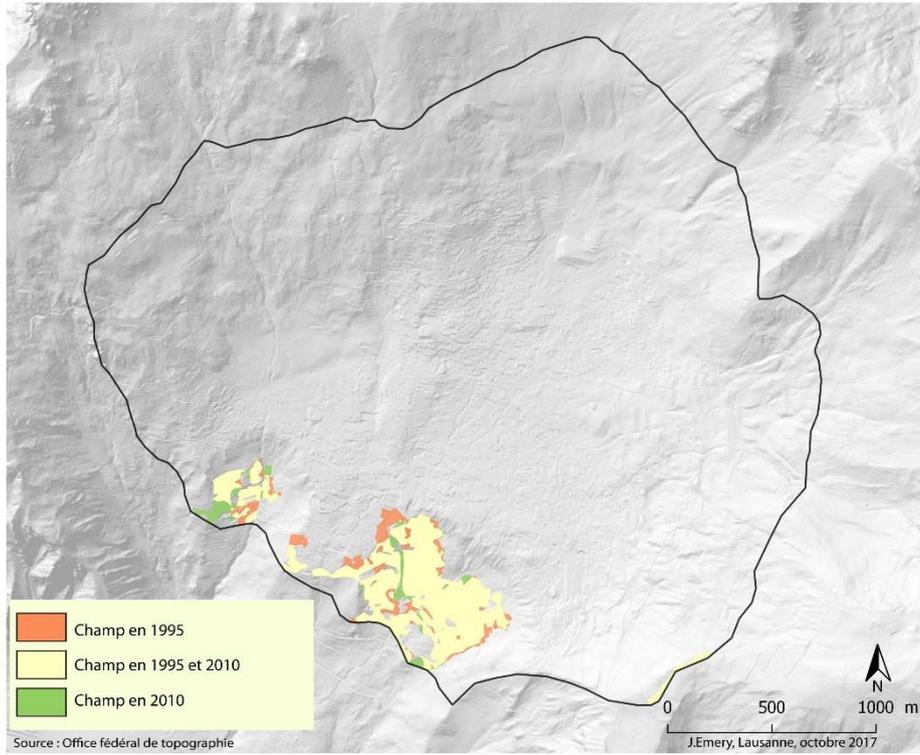
G48

Evolution des aires des terrains de golf à Verbier de 1995 à 2010



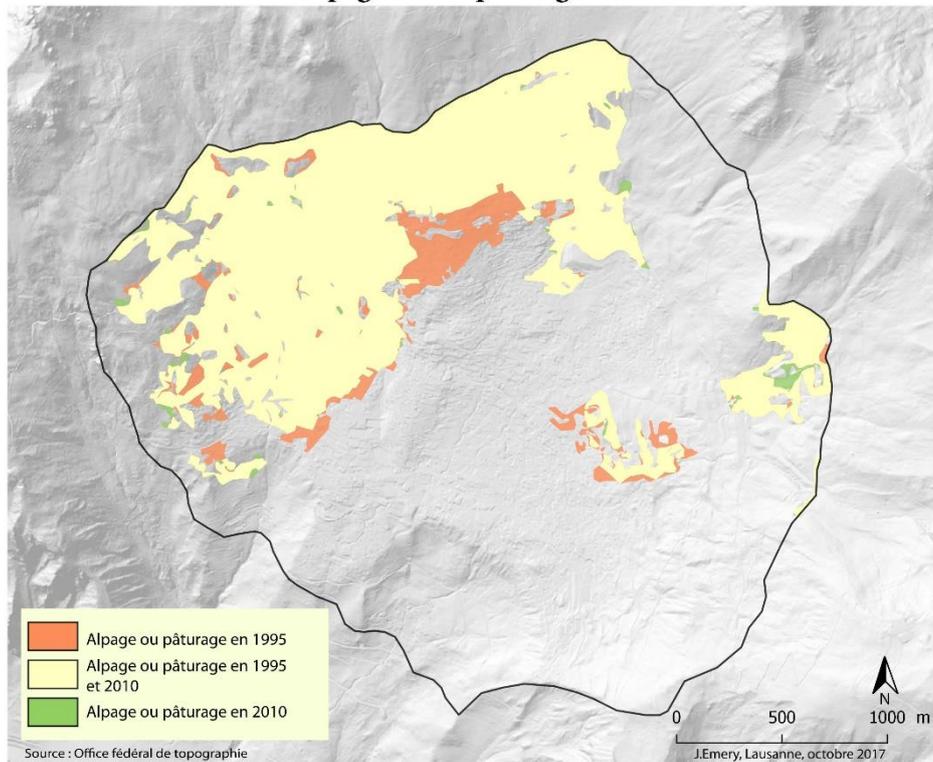
G49

Evolution des aires de champs à Verbier de 1995 à 2010



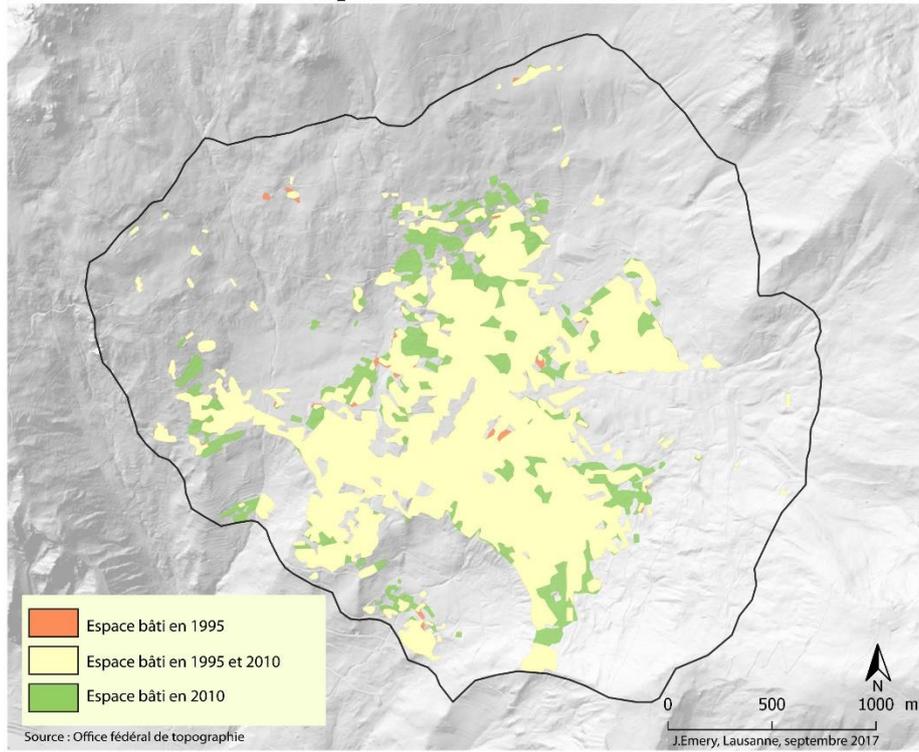
G50

Evolution des aires d'alpages ou de pâturages à Verbier de 1995 à 2010



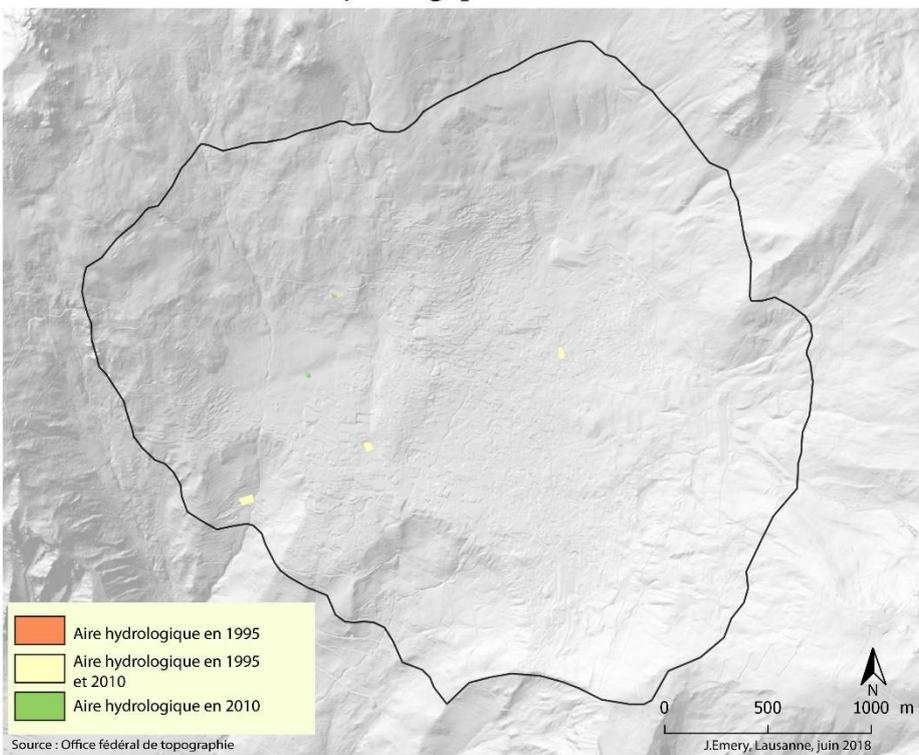
G51

Evolution des espaces bâtis à Verbier de 1995 à 2010



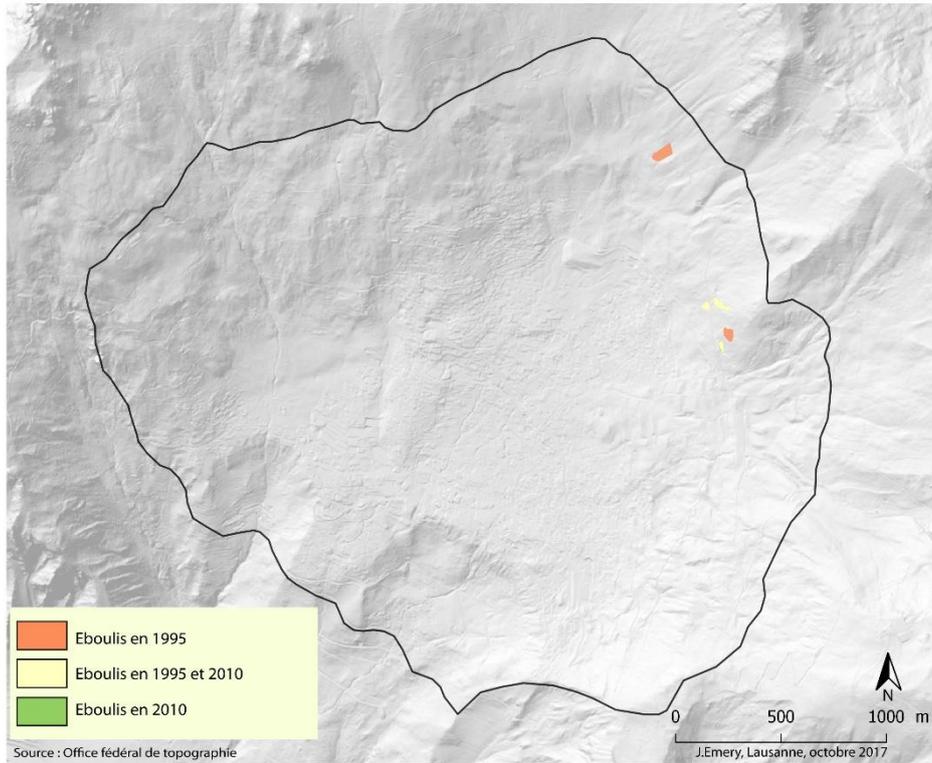
G52

Evolution des aires hydrologiques à Verbier de 1995 à 2010



G53

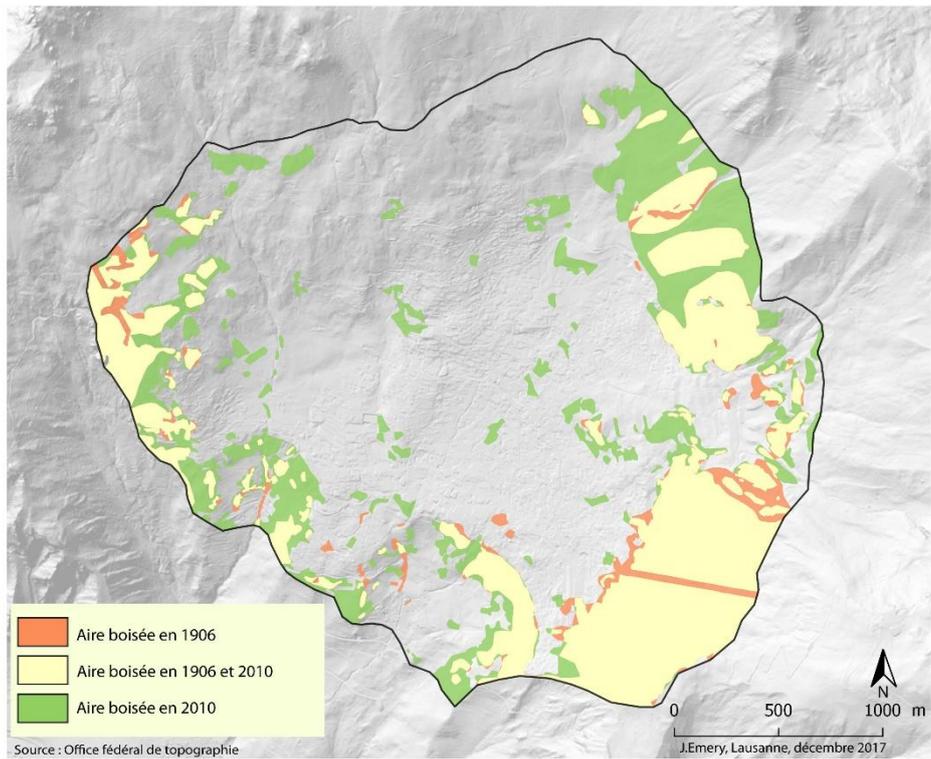
Evolution des aires d'éboulis à Verbier de 1995 à 2010



1906 – 2010

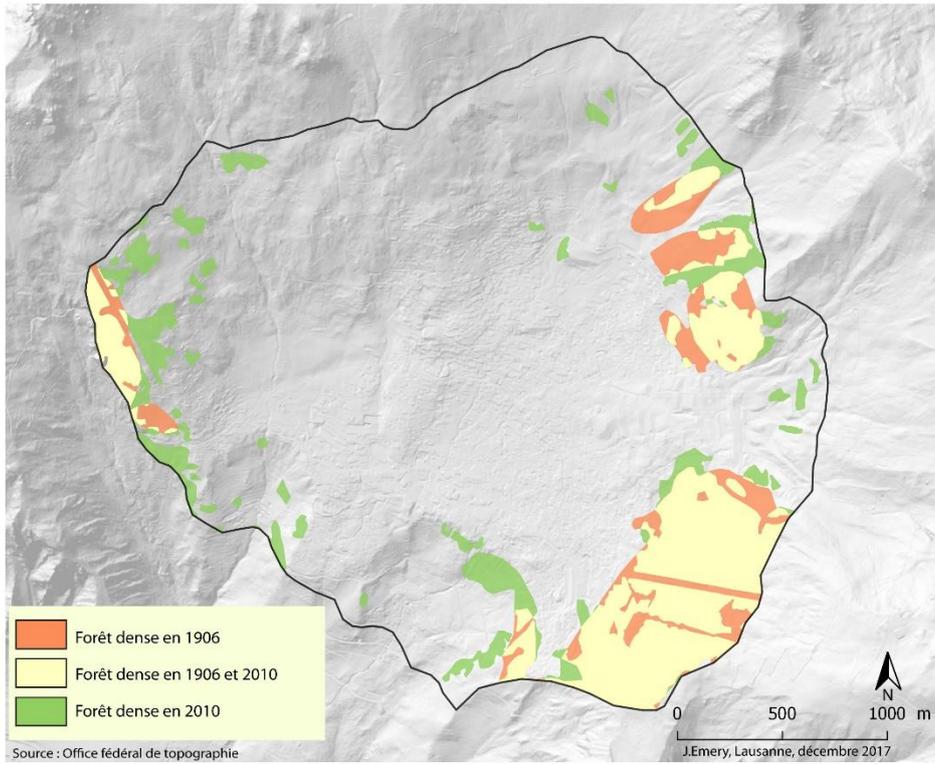
G54 : Evolution des aires boisées à Verbier de 1906 à 2010

Evolution des aires boisées à Verbier de 1906 à 2010



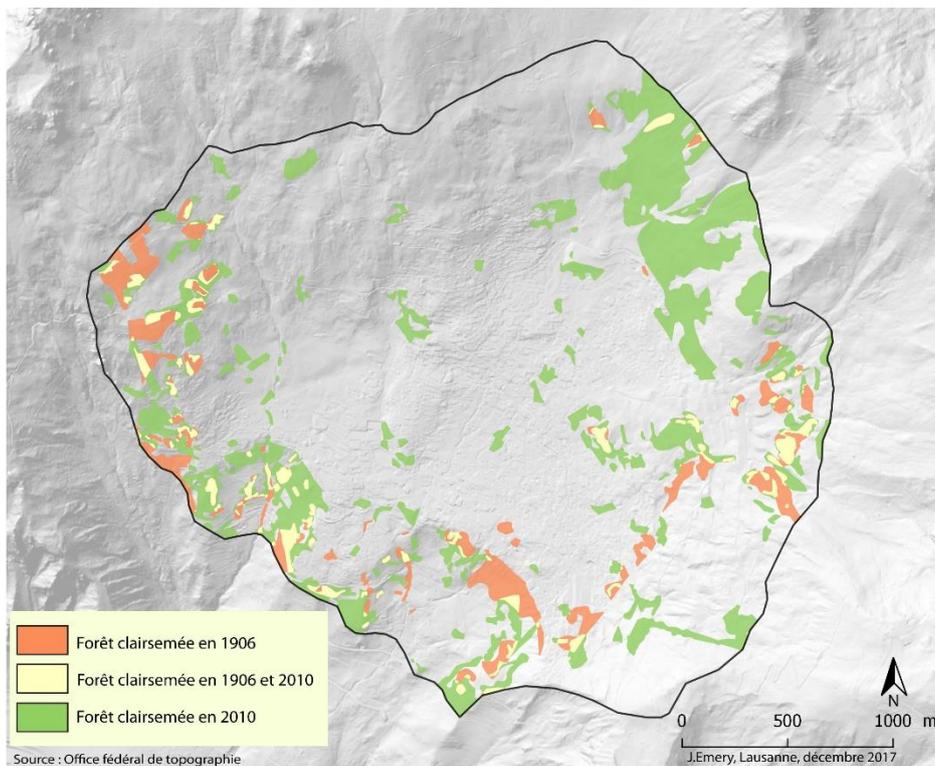
G55

Evolution des aires de forêts denses à Verbier de 1906 à 2010



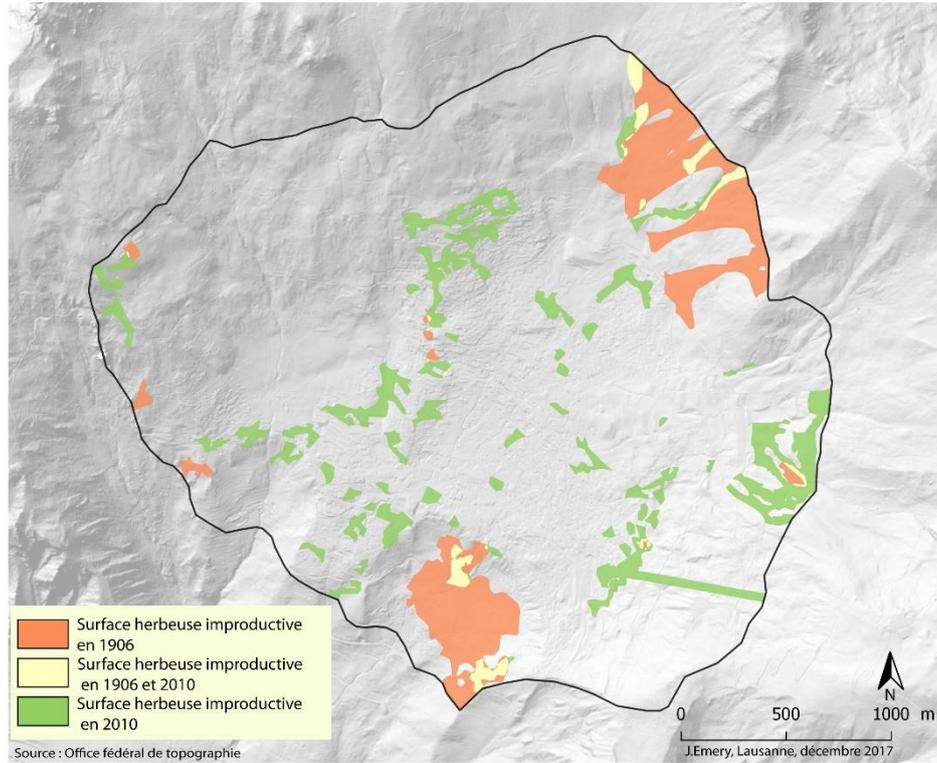
G56

Evolution des aires de forêts clairsemées à Verbier de 1906 à 2010



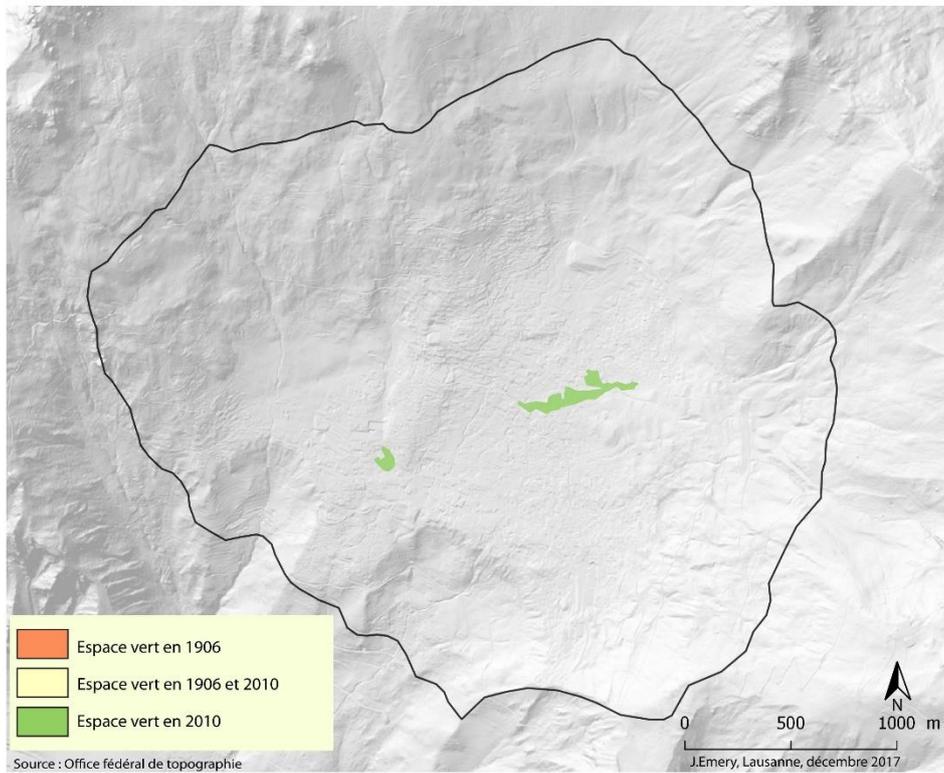
G57

Evolution des surfaces herbeuses improductives à Verbier de 1906 à 2010



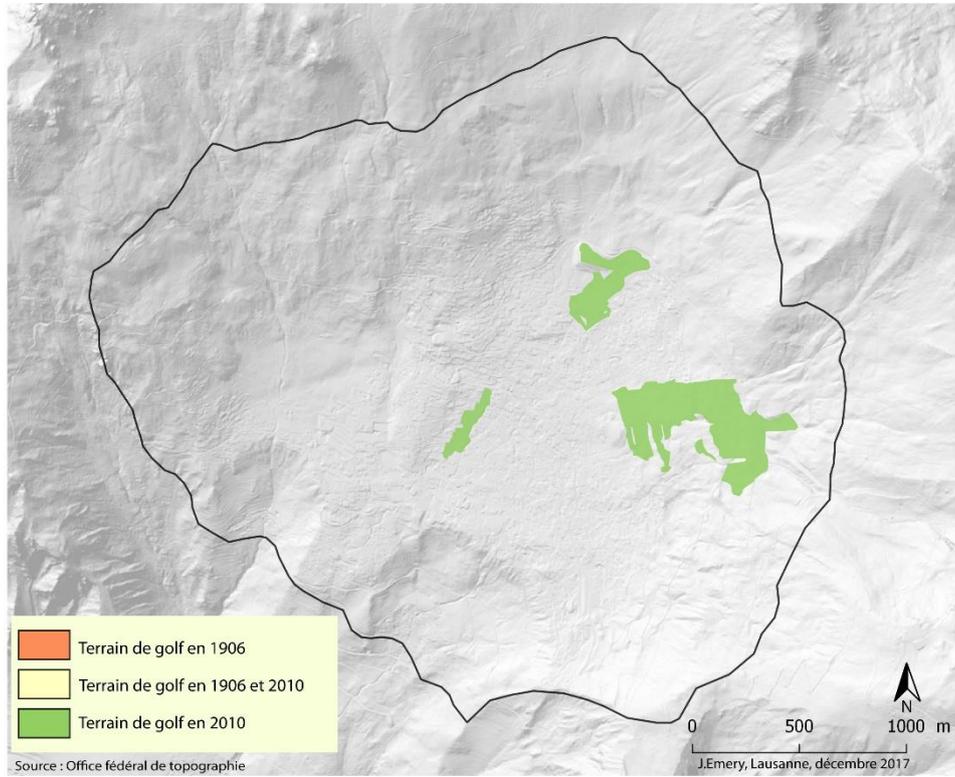
G58

Evolution des espaces verts à Verbier de 1906 à 2010



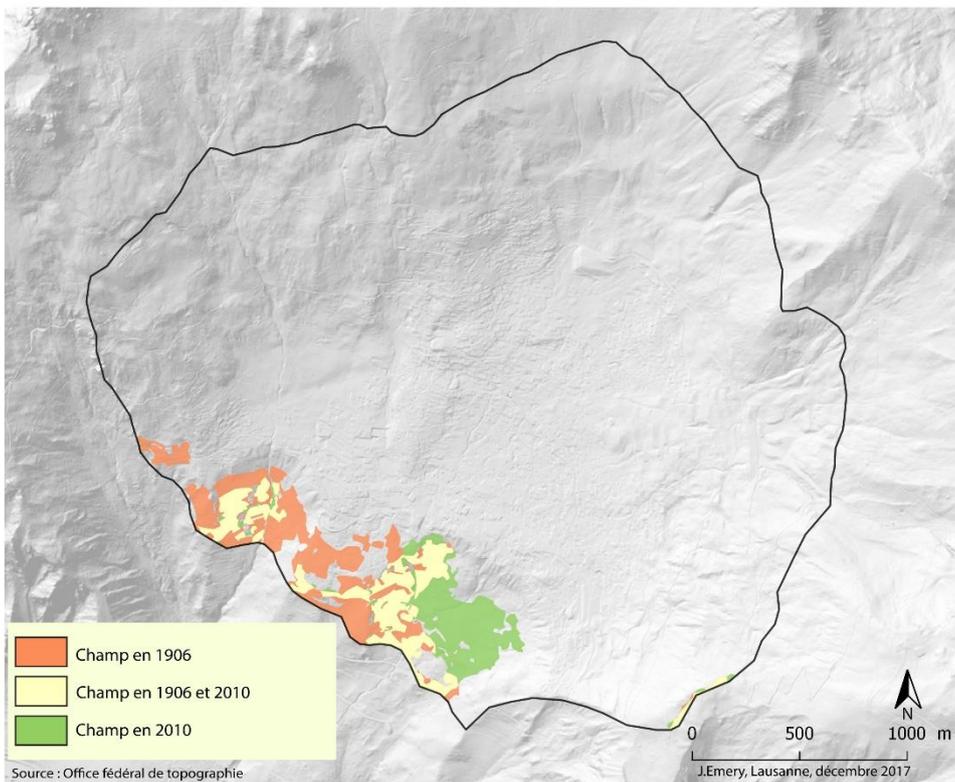
G59

Evolution des aires de terrains de golf à Verbier de 1906 à 2010



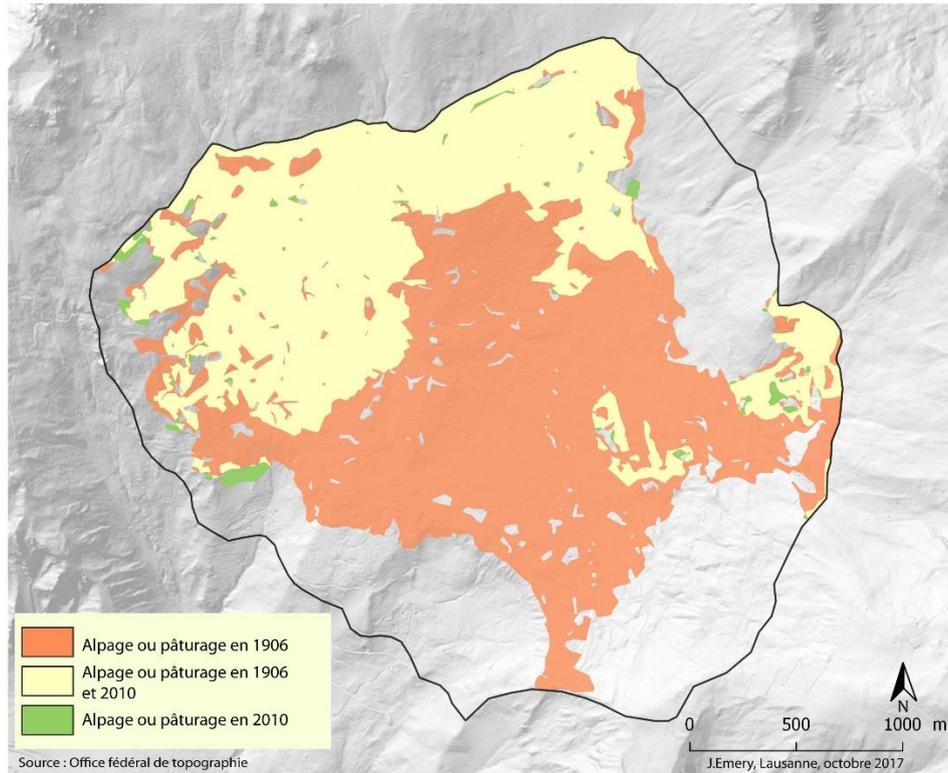
G60

Evolution des aires de champs à Verbier de 1906 à 2010



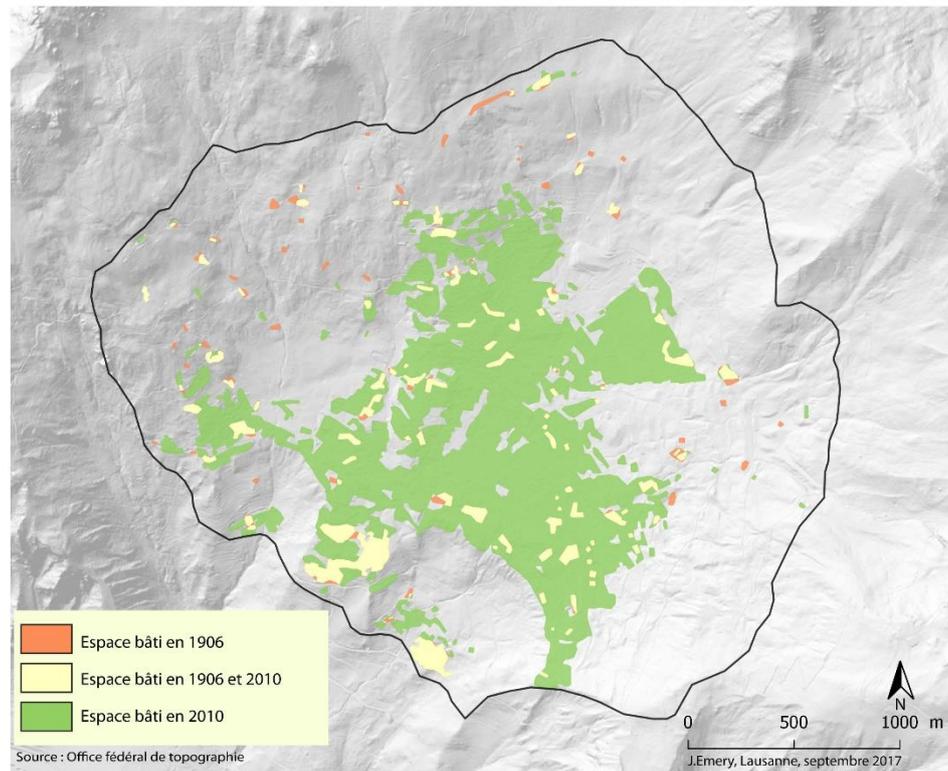
G61

Evolution des aires d'alpages ou de pâturages à Verbier de 1906 à 2010



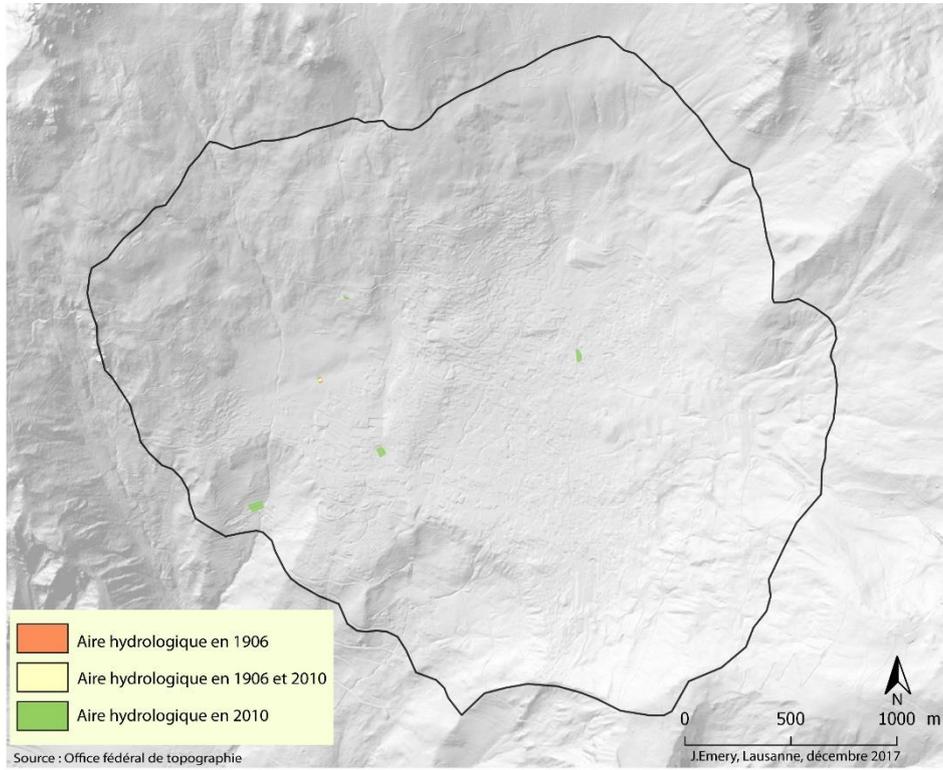
G62

Evolution des espaces bâtis à Verbier de 1906 à 2010



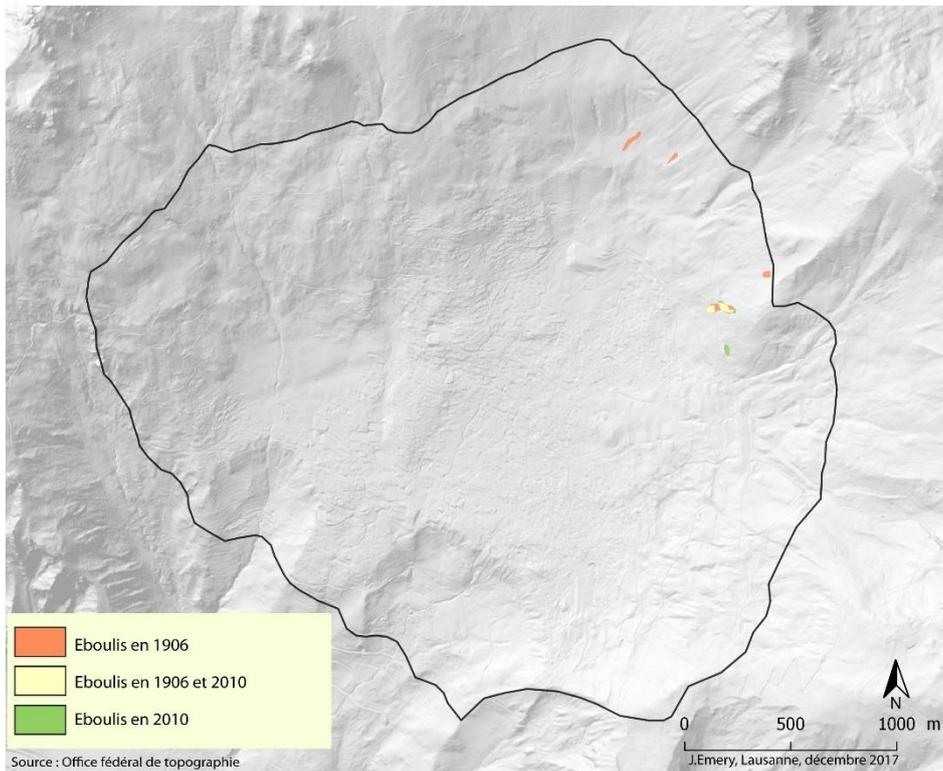
G63

Evolution des aires hydrologiques à Verbier de 1906 à 2010



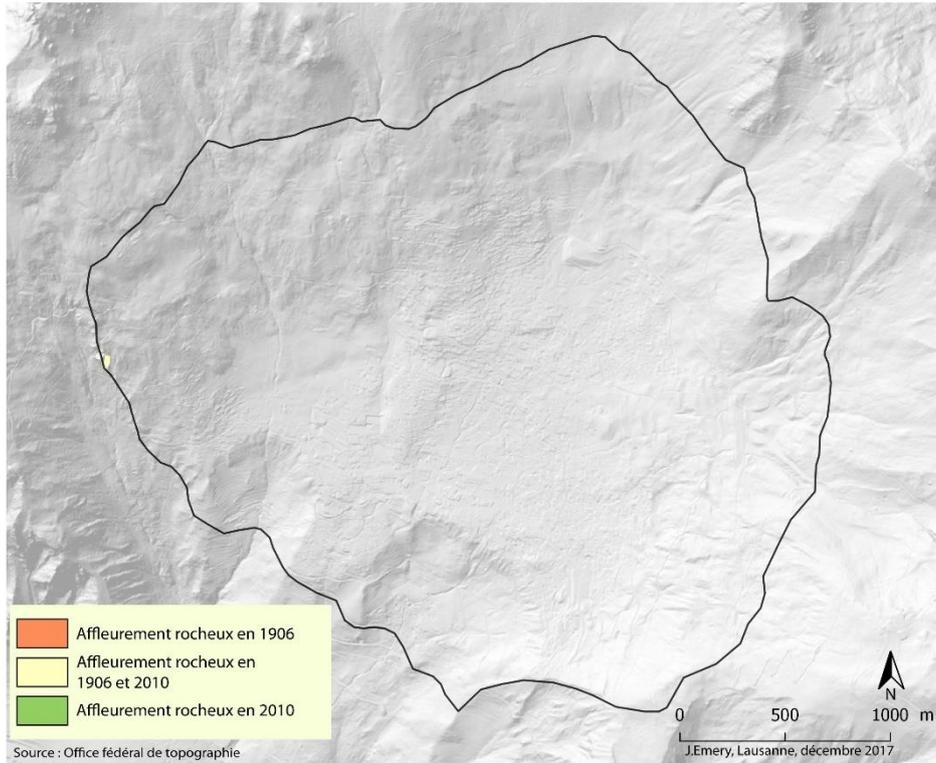
G64

Evolution des aires d'éboulis à Verbier de 1906 à 2010



G65

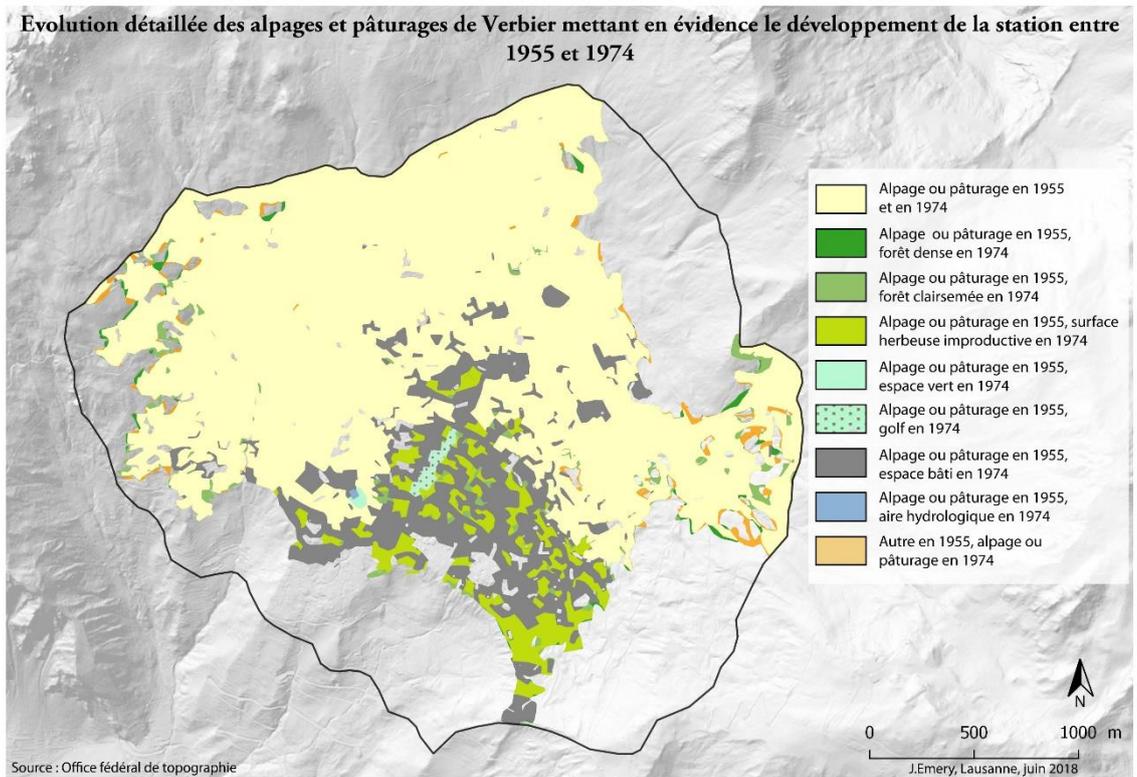
Evolution des aires d'affleurements rocheux à Verbier de 1906 à 2010



8.7.3. Autre :

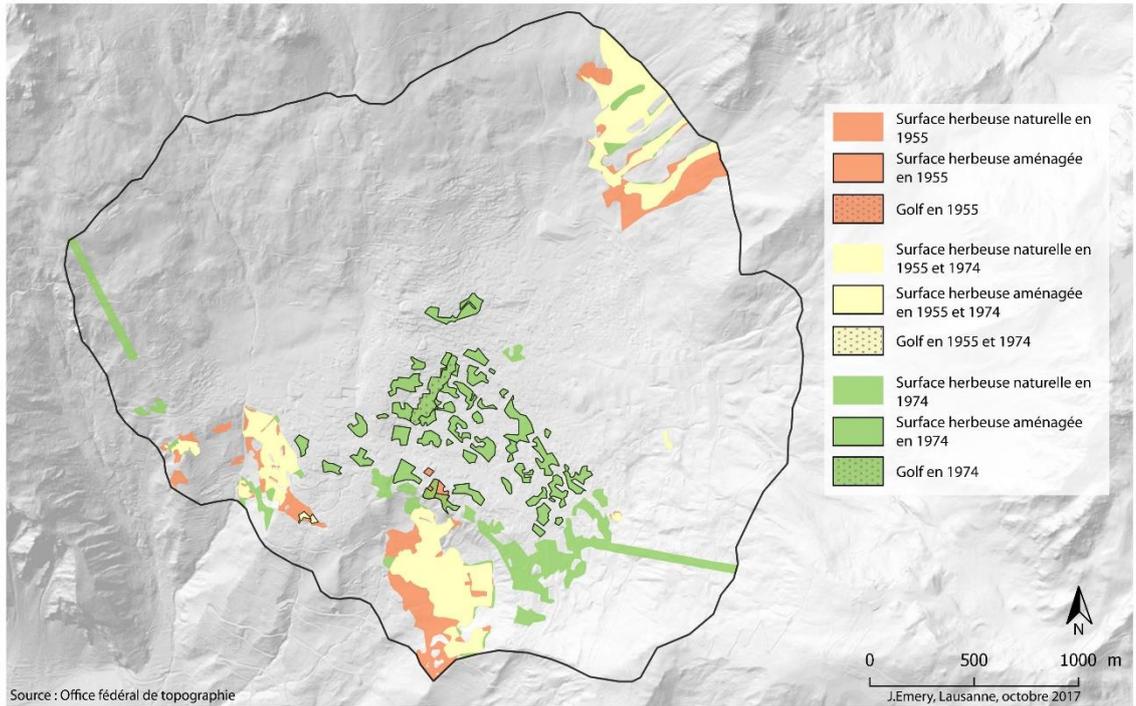
G66

Evolution détaillée des alpages et pâturages de Verbier mettant en évidence le développement de la station entre 1955 et 1974



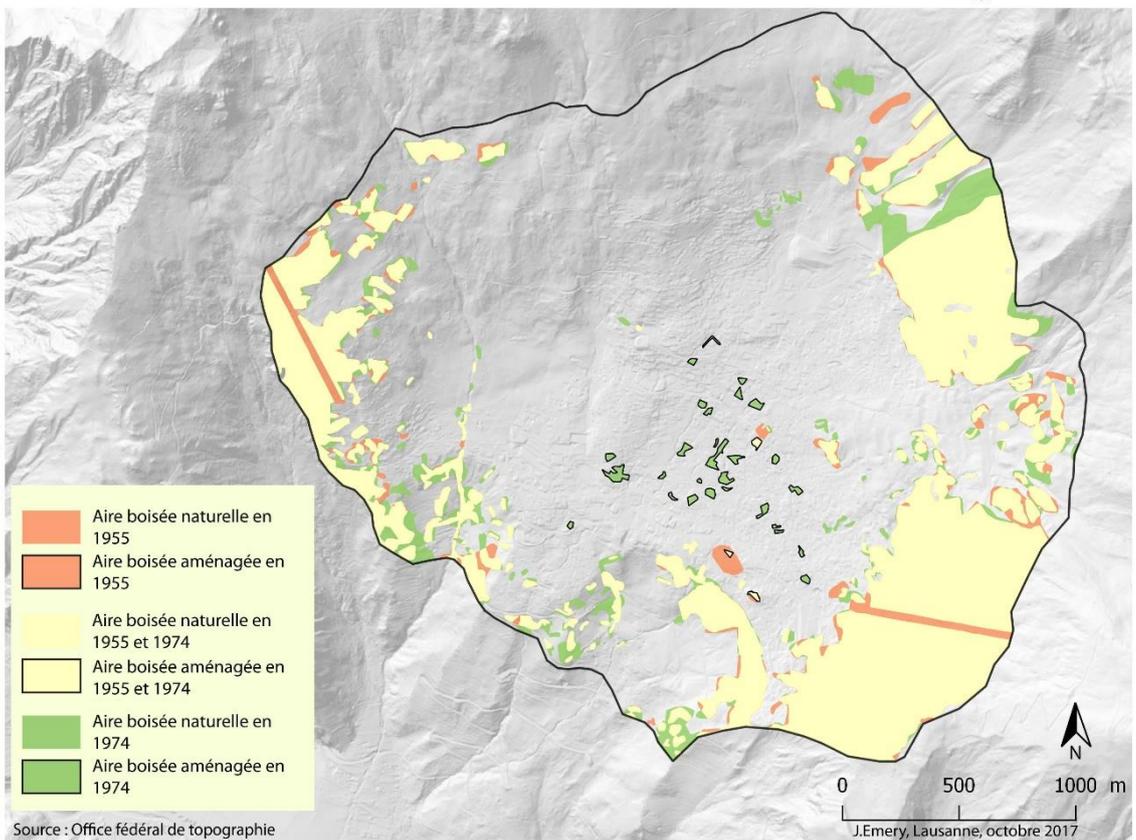
G67

Evolution de toutes les surfaces herbeuses improductives à Verbier de 1955 à 1974.
La distinction est faite entre les surfaces naturelles et les surfaces aménagées.



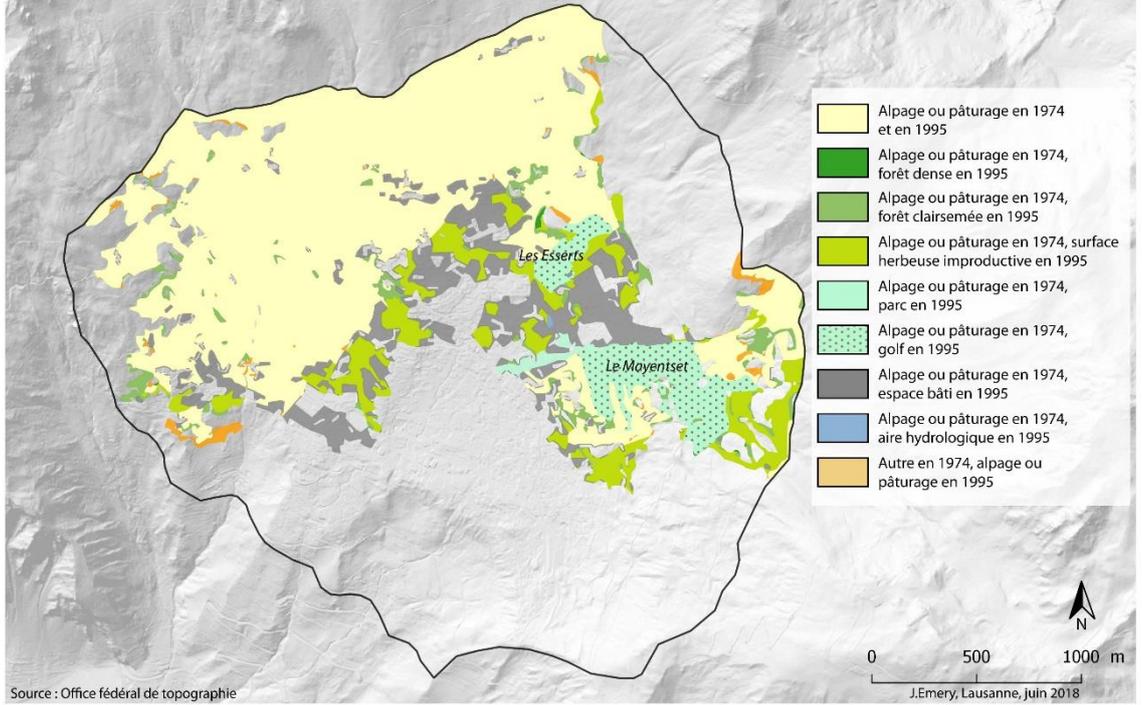
G68

Evolution des aires boisées à Verbier de 1955 à 1974.
La distinction est faite entre les surfaces naturelles et les surfaces aménagées.



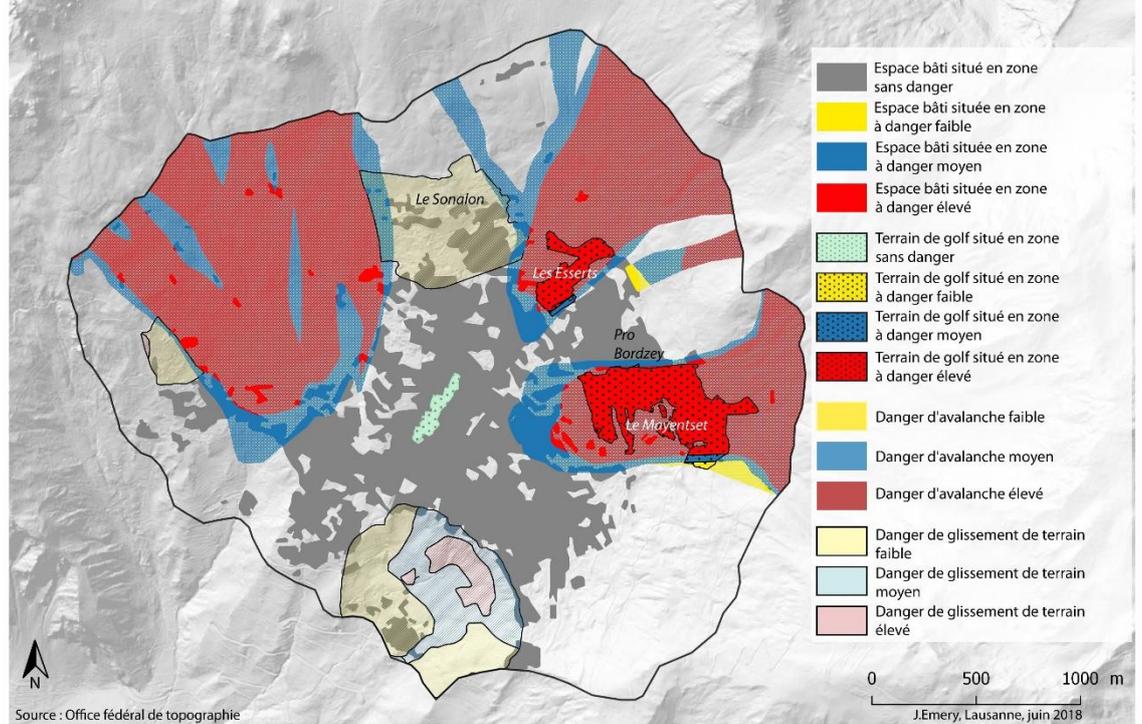
G69

Evolution détaillée des alpages et pâturages de Verbier mettant en évidence le développement de la station entre 1974 et 1995



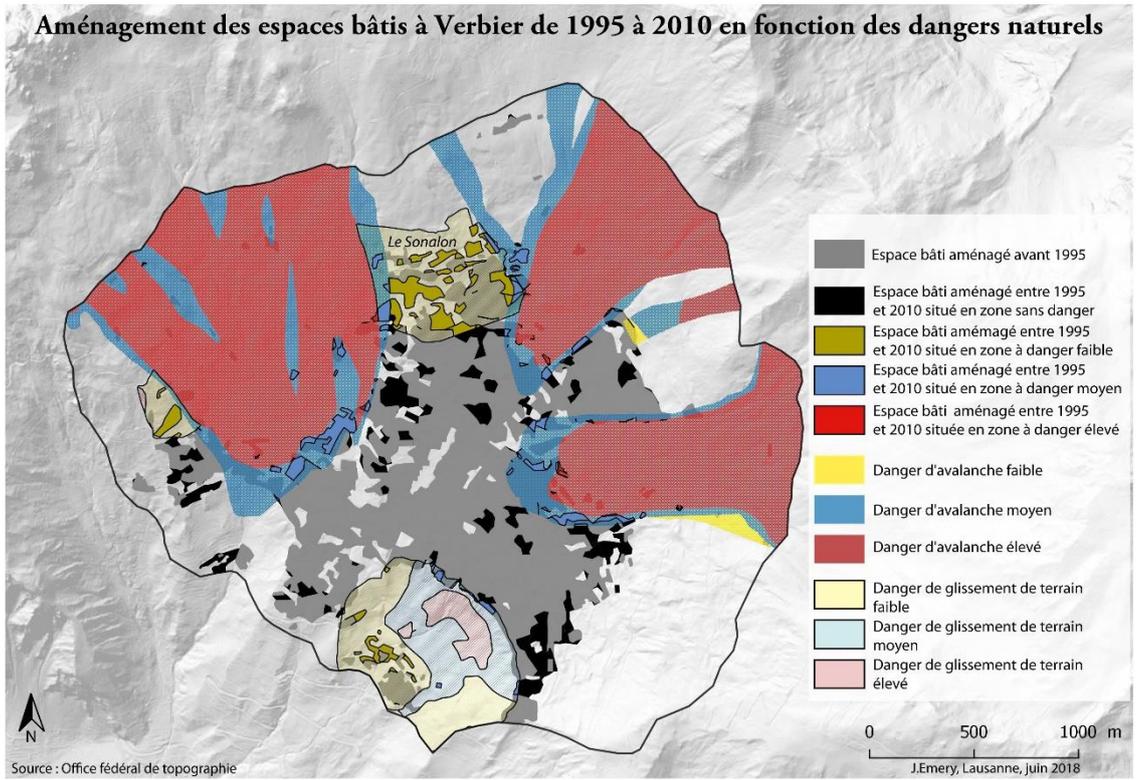
G70

Aménagement des espaces bâtis à Verbier en fonction des dangers naturels en 1995



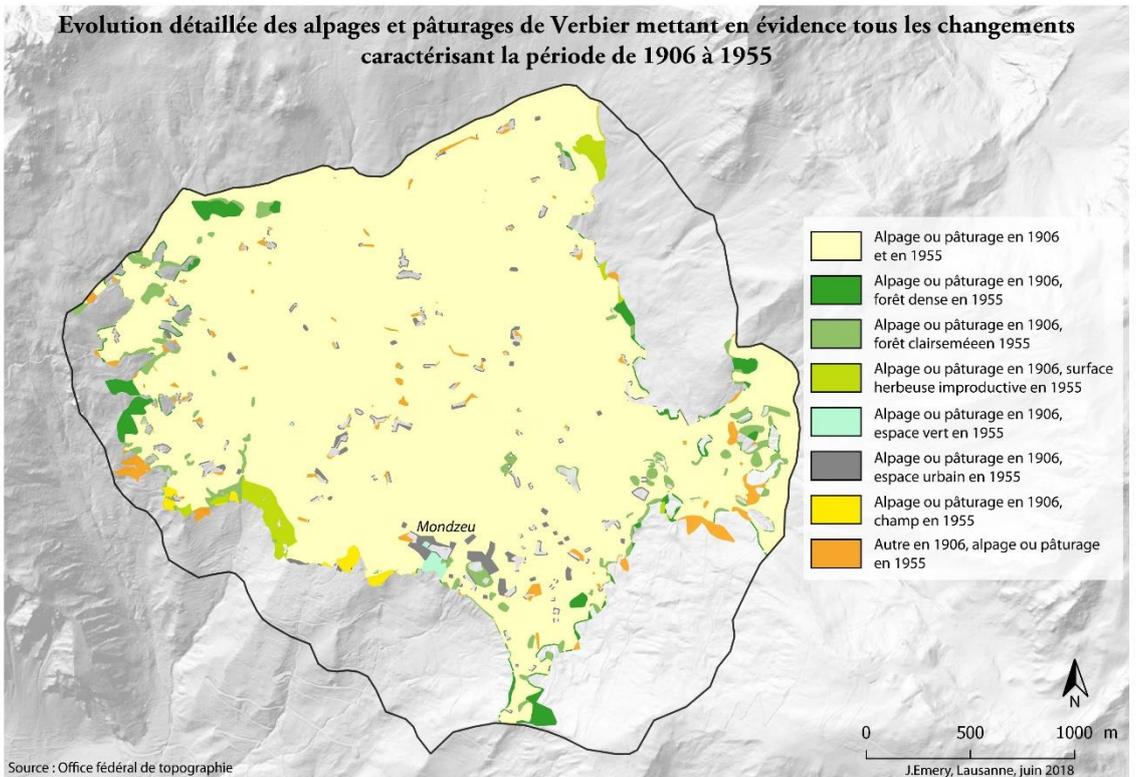
G71

Aménagement des espaces bâtis à Verbier de 1995 à 2010 en fonction des dangers naturels



G72

Evolution détaillée des alpages et pâturages de Verbier mettant en évidence tous les changements caractérisant la période de 1906 à 1955



G73

Evolution détaillée des alpages et pâturages de Verbier mettant en évidence tous les changements caractérisant la période de 1955 à 1995

