

Reconstitution de pelouse calcaire - Carrière de Bainville-sur-Madon François VERNIER vernier-francois@bbox.fr

Résumé : Les carrières sont dans l'obligation de remettre en état leur exploitation avant abandon. Le cas de la carrière gérée par la Société des Carrières de l'Est est un cas particulier dans la mesure où l'exploitant a voulu anticiper cette obligation. Pour ce faire, il a fait appel à Floraine et à Microhumus pour envisager la reconstitution à terme d'une surface d'une vingtaine d'hectares en pelouse mésoxérophile calcaire. Après des essais à petites échelles, il a été décidé de passer à des opérations plus ambitieuses.

Mots-clés : Carrière de roches massives, pelouse mésoxérophile, reconstitution de milieu,

Abstract: Quarrymen have to restore their operations before abandoning them. The quarry managed by Société des Carrières de l'Est is a special case in that the operator wanted to anticipate this obligation. To do this, he called on Floraine and Microhumus to envisage the eventual reconstitution of an area of around twenty hectares of calcareous mesoxerophilous grassland. After small-scale trials, it was decided to move on to more ambitious operations.

Keywords: Massive rock quarry, meso-oxerophilous grassland, environmental restoration.

Introduction :

En 2017 la Société des Carrières de l'Est, exploitant la carrière de calcaire de Bainville-sur-Madon, demande à Floraine et à Microhumus (bureau d'étude et d'ingénierie en phytomanagement et restauration des sols dégradés) de travailler sur un scénario de reconstitution de pelouse calcaire pour les aider à reconstituer des pelouses calcaires en compensation des surfaces détruites par l'extraction.

Dans cet article, nous aborderons l'évolution de la législation relative aux carrières. Suivront la description de l'environnement géographique, topographique et géologique et la méthodologie mise en place, pour enfin donner les premiers résultats et les perspectives de restauration de ces milieux assez rares en Lorraine que sont les pelouses calcaires.

1 - Evolution de la législation des carrières

A partir des années 1970 la protection de la nature est mieux prise en compte par les textes : la loi du 2 janvier 1970 (article 106 du Code minier) fixe les conditions d'ouverture de carrière par autorisation préfectorale.

Un rapport préliminaire sur la réhabilitation des carrières (Bureau de Recherches Géologiques et Minières - BRGM) du 30 avril 1973 présente les données recueillies concernant le problème des relations pouvant exister entre les travaux miniers et les carrières d'une part, et l'environnement d'autre part.

Au regard de ce rapport, il est évident que certaines « restaurations » ont été des échecs au moins partiels (transformation en terrain de golf, plantations d'arbres non adaptés, parcours sportifs ou pédagogiques non entretenus...).

Revue botanique du Grand-Est- 2024-3

L'article 1 de la loi sur la protection de la nature du 10 juillet 1976 stipule que « la protection des espaces naturels et des paysages, la préservation des espèces animales et végétales, le maintien des équilibres biologiques auxquels ils participent et la protection des ressources naturelles contre toutes les causes de dégradation qui les menacent sont d'intérêt général.

Il est du devoir de chacun de veiller à la sauvegarde du patrimoine naturel dans lequel il vit. Les activités publiques ou privées d'aménagement, d'équipement et de production doivent se conformer aux mêmes exigences. La réalisation de ces objectifs doit également assurer l'équilibre harmonieux de la population résidant dans les milieux urbains et ruraux. »

Deux décrets : n°71-792 du 20 septembre 1971 et n°79-1108 du 20 décembre 1979 sont relatifs aux autorisations de mise en exploitation des carrières, à leur renouvellement, à leur retrait et aux renonciations à celles-ci.

Le 4 janvier 1993 une loi relative aux carrières les catégorise dans les Installations classées pour la protection de l'environnement (ICPE).

Depuis 1993, des textes viennent régulièrement préciser ou compléter les mesures destinées à préserver les intérêts visés par l'article 1 de la loi de 1976, même si l'essentiel a été posé par la loi de protection de la nature et son décret d'application en date du 21 septembre 1977.

1 - Contexte géographique, topographique et géologique :

La carrière de Bainville-sur-Madon a été ouverte en 1990. Elle se situe sur le territoire de Bainville-sur-Madon en Meurthe-et-Moselle à une douzaine de kilomètres à vol d'oiseau au sud-ouest de Nancy. Elle est en bordure du Plateau Sainte-Barbe surplombant la vallée de la Moselle à une altitude moyenne de 390 mètres. Le calcaire massif à polypiers du Bajocien moyen est exploité pour produire des matériaux qui vont des gros blocs aux concassés de divers diamètres.

COUPE GEOLOGIQUE
(schéma hors échelle)

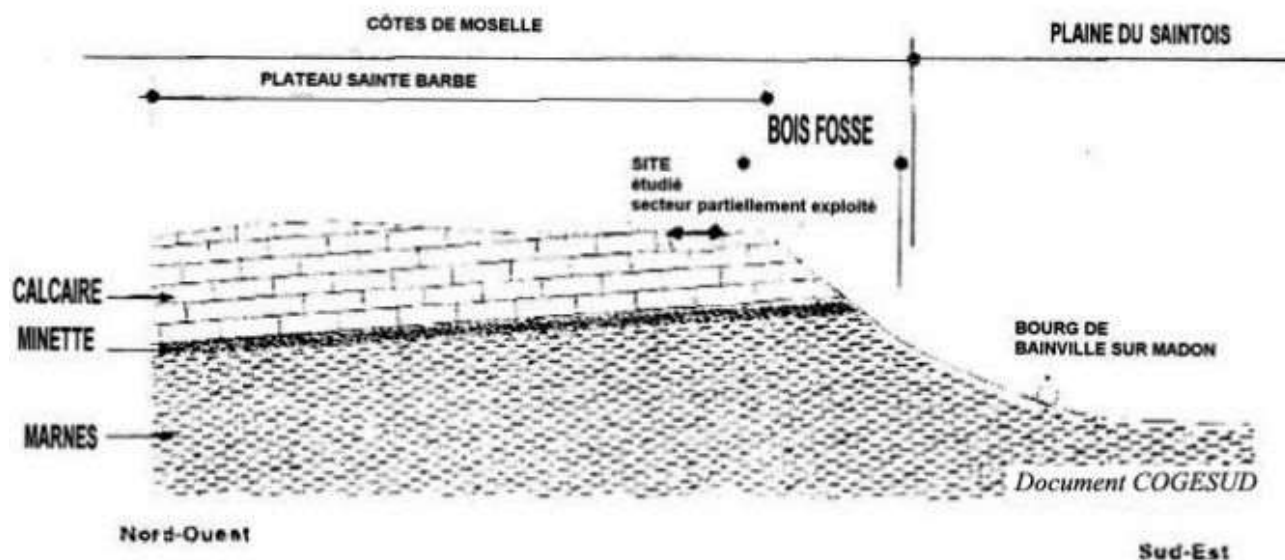


Fig. 1 Coupe géologique de la carrière de Bainville-sur-Madon

2 – Méthodologie mise en œuvre

Dans un premier temps il était important de connaître les caractéristiques des sols sur lesquels se développent les groupements végétaux de ce plateau et de connaître la composition floristique de la pelouse.

Nous avons procédé, le 17 mai 2017, concomitamment à la réalisation de profils pédologiques sur les points 1 à 5 (Fig. 2) et de relevés phytosociologiques sur les points 1 à 4, le point 5 étant sur le merlon (terre rapportée en limite de carrière). Un point complémentaire, n° 6, a été relevé le 6 juillet 2017 à environ 300 mètres de l'entrée de la carrière. Les relevés phytosociologiques ont permis d'établir la liste des espèces à introduire pour des essais d'ensemencement.

Le référentiel taxonomique utilisé pour cet article est Taxref v.17.0 (Gargominy, O et al.)

Le référentiel phytosociologique est le Synopsis des groupements végétaux de Franche-Comté (Ferez, Y. et al.)

La méthodologie employée est celle de la phytosociologie sigmatiste ou méthode zurichomontpellierraine de Braun-Blanquet. Celle-ci consiste en des relevés sur une aire minimale variant avec le type de végétation. Dans le cas présent, après mesure et compte-tenu des peuplements, cette aire minimale a été fixée à 50 m². La station analysée doit être homogène vis-à-vis des contrastes de milieu, tels que exposition, lumière, microtopographie, humidité du sol. Chaque espèce relevée est affectée d'un coefficient d'abondance-dominance qui tient compte à la fois du recouvrement et de la densité des individus (cf. tableau ci-dessous).

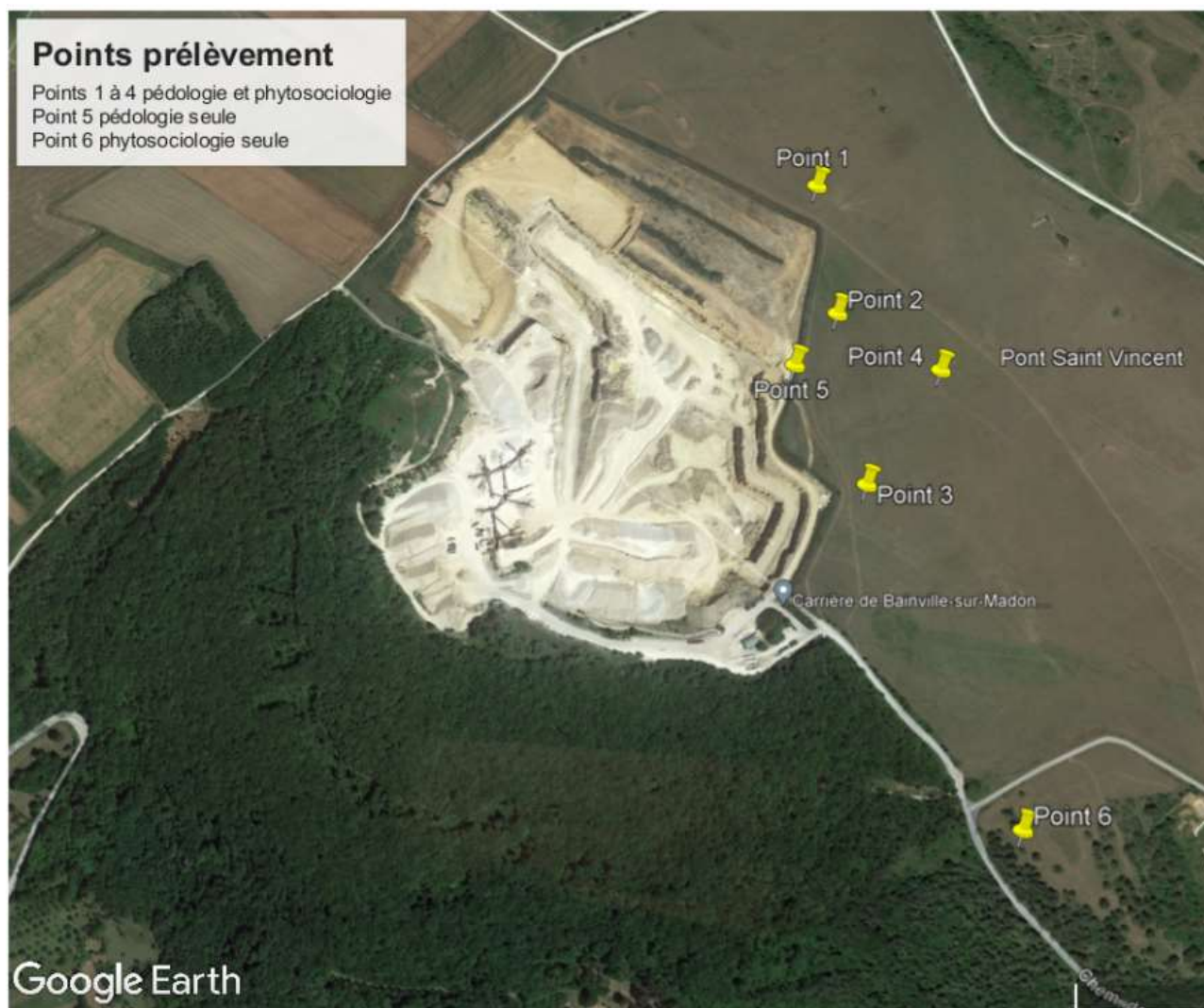


Fig. 2 - Positionnement des points de relevés

Revue botanique du Grand-Est- 2024-3

Tableau II – Relevés phytosociologiques initiaux

Association						
Festuco lemanii – Brometum erecti (J.-M. Royer & Bidault) J.-M. Royer 1978						
Sous-association						
Festuco lemanii – Brometum erecti chamaespartietuosum sagittalis J.M. Royer 2011						
F. VERNIER 17 mai 2017, V. JAEGER – F. VERNIER 06 juillet 2017						
	numéro de relevé	1	2	3	4	6
Latitude		48,601865	48,601163	48,59858	48,599808	48,59502
Longitude		6,077456	6,077774	6,078222	6,07943	6,08058
Pente		0,00 %	0,00 %	0,00 %	0,00 %	5,00 %
Altitude		397 m	399 m	394 m	394 m	387 m
Hauteur peuplement		10 cm	40 cm	40 cm	40 cm	60 cm
	surface (m2)	50	50	50	50	50
	recouvrement	80	100	100	100	100
	nombre d'espèces	19	20	19	19	26
Festuco valesiaca - Brometea erecti subsp. erecti Braun-Blanquet & Tüxen 1943 em. Royer 1987						
Galium verum L. subsp. verum		1	1	1	1	3
Pimpinella saxifraga L. subsp. saxifraga		+	+	+		1
Thymus pulegioides L. var. pulegioides		+	+	1		1
Poterium sanguisorba L. subsp. sanguisorba		1			1	1
Hypericum perforatum L. var. perforatum			+		+	1
Myosotis ramosissima Rochel subsp. ramosissima			+	+		
Centaurea scabiosa L. subsp. scabiosa						1
Dianthus carthusianorum L.						+
Brometalia erecti Koch 1926						
Pilosella officinarum		+	+	+	1	1
Potentilla verna		+	1	+	+	1
Medicago lupulina var. lupulina		+		+		
Briza media						1
Himantoglossum hircinum					+	
Agrimonia eupatoria subsp. eupatoria		+				
Mesobromion erecti (Br.-Bl. Et Moor 1938) Oberdorfer 1957						
Luzula campestris			2	1	1	
Achillea millefolium subsp. millefolium		1	1		1	
Taraxacum rubicundum			1	1	+	
Ononis spinosa subsp. procurrens				1		1
Anacamptis pyramidalis					+	1
Knautia arvensis				+	+	
Origanum vulgare L. subsp. vulgare						2
Ranunculus bulbosus L.			+			
Helictochloa pratensis subsp. pratensis			+			
Jacobaea vulgaris						+
Centaurea jacea subsp. jacea						+
Festuco lemanii-Brometum erecti (J.M. Royer & Bidault) J.M. Royer 1978						
Bromopsis erecta subsp. erecta		4	4	5	5	4
Veronica scheereri		+	1	+	+	
Seseli montanum subsp. montanum		1		1		1
Cirsium acaulon		+	+			
Carex caryophyllea		+			+	
Hippocrepis comosa				+		
Festuca lemanii						1
Anthyllis vulneraria						1
Koeleria pyramidata						1
Asperula cynanchica						1
Teucrium chamaedrys						2
Brachypodium pinnatum						2
Festuco lemanii – Brometum erecti chamaespartietosum sagittalis J.M. Royer 2011						
Genista sagittalis			2	+		1
Arrhenatheretea elatoris Br.-Bl. 1949						
Cerastium fontanum subsp. vulgare		+	+	1	+	
Poa pratensis subsp. pratensis			3	+	1	
Trifolium pratense		+	+		+	
Plantago lanceolata var. lanceolata			+	+		
Dactylis glomerata subsp. glomerata		+			+	
Phleum pratense						+
Espèces accidentelles						
Veronica agrestis		+				
Crataegus monogyna		+				
Rosa canina					+	
Prunus mahaleb						+

3 – Mise en place de l'expérimentation

Après concertation avec la responsable Foncier de Cogesud, il a été décidé, dans un premier temps, de mettre en place, dès le printemps 2018, 4 bacs d'1 m² pour réaliser nos essais d'ensemencement. Ces bacs se différencient par le substrat et par le mode d'ensemencement. (Goret T. & Janssens X. 2014).

Le but de ces dispositifs est de connaître la meilleure façon de procéder et sa faisabilité afin d'étendre l'expérimentation par un pilote d'essai de 140 m². La finalité est de reconstituer une pelouse calcaire identique à celle existant avant l'exploitation de la carrière sur une vingtaine d'hectares.

Modalité BAC A :

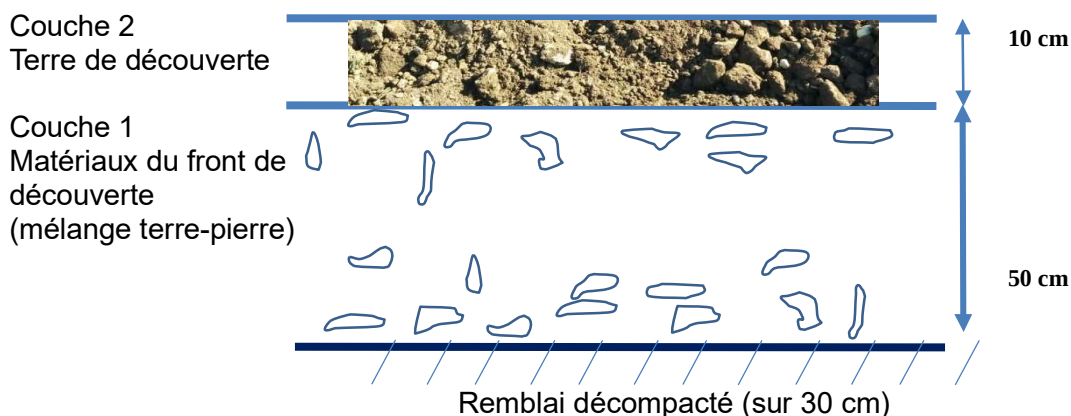
Semis mélange de graines (nov 2018)



Modalité Bac A : 3 cm de terre de découverte (terre issue du décapage des couches de roches à exploiter) seront déposés directement sur le remblai préalablement décompacté sur 30 cm (équivalent horizon labour). Pas de mélange terre-pierres entre la terre végétale et le remblai décompacté (donc pas de drainage spécifique).

Modalité BAC B :

Semis mélange de graines (nov 2018)



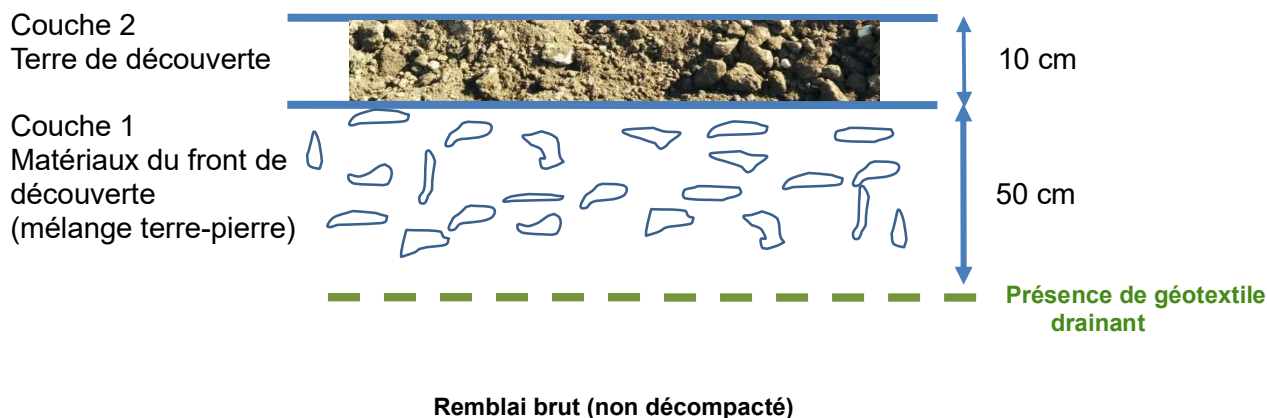
Modalité Bac B : 10 cm de terre végétale seront apportés sur 50 cm de mélange terre-pierres, lui-même apporté sur le remblai décompacté (horizon labour 30 cm).

Revue botanique du Grand-Est- 2024-3

Modalité BACS C et D :

C : Semis mélange de graines (nov 2018)

D : Apport de foin (mai 2019)



Modalité Bacs C et D : 10 cm de terre végétale apportés sur 50 cm de mélange terre-pierres, lui-même apporté sur un géotextile drainant déposé sur le remblai brut (non décompacté). Les plantes seront apportées par semis du commerce (bac C) ou par épandage de foin du site (bac D).

Tableau I - Liste des semences achetées auprès des établissements Nungesser à Erstein (67)

Nom latin	Nom commun
<i>Achillea millefolium</i>	Achillée millefeuille
<i>Agrimonia eupatoria</i>	Aigremoine eupatoire
<i>Anthyllis vulneraria</i>	Anthyllide vulnéraire
<i>Centaurea jacea</i>	Centaurée jacée
<i>Centaurea scabiosa</i>	Centaurée scabieuse
<i>Dianthus carthusianorum</i>	Oeillet des Chartreux
<i>Galium verum</i>	Gaillet jaune
<i>Hippocrepis comosa</i>	Fer-à-cheval
<i>Knautia arvensis</i>	Knautie des champs
<i>Ononis spinosa</i>	Bugrane épineuse
<i>Origanum vulgare</i>	Marjolaine sauvage
<i>Pimpinella saifraga</i>	Boucage saxifrage
<i>Plantago lanceolata</i>	Plantain lancéolé
<i>Ranunculus bulbosus</i>	Renoncule bulbeuse
<i>Sanguisorba minor</i>	Petite pimprenelle
<i>Teucrium chamaedrys</i>	Germandrée petit-chêne
<i>Thymus pulegioides</i>	Thym pouliot
<i>Bromopsis erecta</i>	Brome érigé
<i>Briza media</i>	Amourette
<i>Brachypodium pinnatum</i>	Brachypode des rochers
<i>Koeleria pyramidata</i>	Koelérie pyramidale

Revue botanique du Grand-Est- 2024-3

L'ensemencement des bacs A, B et C a été réalisé avec les semences du commerce (mélange fait à la demande avec des graines issues de plantes sauvages sur la base des relevés phytosociologiques réalisés en 2017).

Malgré les conditions météorologiques de l'été 2018, températures moyennes supérieures à +3° par rapport à la période de référence 1981-2010, et pluviométrie déficitaire de 30 %, le dispositif a donné des résultats encourageants pour la suite de l'expérimentation (mise en place du démonstrateur cf. § 3-1).

Le bac D a été ensémené par épandage de foin récolté à proximité. Ce foin est resté un mois sur le dispositif avant d'être retiré. (Huc S. & al. 2018).

Les bacs A, B et C ont vu une levée satisfaisante des semences avec 60 % pour le bac A, 80 % pour le bac B et 70 % pour le bac C. Le bac B est celui qui se rapproche le plus en densité et en composition aux relevés sur pelouse « naturelle ».

Le bac D a été ensémené par apport de foin le 7 juillet 2018 sur environ 20 cm . Ce foin a été retiré le 7 août. Sous la couche de foin des Poacées avaient germé sur l'ensemble de la surface. De plus, le foin avait maintenu une atmosphère humide malgré les périodes de chaleur et de sécheresse ce qui a favorisé la levée des semis.

4 - Mise en place du démonstrateur et reconstitution de la pelouse calcaire

La réussite du dispositif mis en œuvre pour le bac D, entre autres, nous a conduit à élargir l'expérimentation en mettant en place un démonstrateur de 140 m² . De la terre de découverte (10 cm) a été apportée sur 50 cm de mélange terres-pierres déposé sur les remblais décompactés sur 30 cm. Les matériaux utilisés (terre de découverte, mélange terre-pierres et remblais) sont similaires à ceux du bac B. Une bande témoin, non ensémenée par dépôt de foin, de 2 m de large a été réservée en bordure du pilote d'essai afin de favoriser un ensémenement naturel, qui pourra être comparé à la zone traitée par épandage de foin. Le terrain a été préparé en éliminant à la main les adventices qui avaient commencé à coloniser la terre mise en place.

L'ensemencement a été fait, sur une surface nue, par récolte de foin réalisée en plusieurs fois. La première fauche a été réalisée le 20 juin 2019 (300 m² environ), la seconde le 03 juillet 2019 (400 m² environ), et la troisième le 01 août 2019 (300 m² environ). Le but de ces fauches était d'obtenir une composition floristique se rapprochant plus de celle initiale de la pelouse calcaire mésoxérophile du Plateau Sainte-Barbe (Cf. relevés initiaux supra). Le peuplement végétal est issu d'épandage de foin provenant de la pelouse calcaire située derrière l'ancien hangar de l'aérodrome de Pont-Saint-Vincent et dont la composition est proche des relevés réalisés lors de l'étude préalable à ces expérimentations.

Une première campagne de relevés a été réalisée en septembre 2019 pour faire en quelque sorte un état des lieux. Ces relevés ont été faits sur une surface de 50 m² selon la méthode Braun-Blanquet. Le 22/07/2021 nous avons réalisé un deuxième relevé sur les mêmes points pour évaluer la quantité et la qualité de l'ensemencement . Nous en avons profité pour faire un relevé sur la partie périphérique qui avait été maintenue en zone témoin sans épandage de foin. Le taux de recouvrement est plus important qu'en septembre 2019 (95 % au lieu de 40 %). Les espèces du groupement des pelouses calcaires à brome érigé (*Festuco valesiaca* - *Brometea erecti*) notamment le Brome érigé (*Bromopsis erecta*) et la Petite pimprenelle (*Poterium sanguisorba*) sont bien représentés. D'autres espèces de ce groupement sont également présentes : *Centaurea jacea*, *Knautia arvensis*, *Silene vulgaris*, *Stachys recta* et *Galium album*. Il y a lieu de noter

Revue botanique du Grand-Est- 2024-3

également que les espèces accidentelles et celles des groupements à avoine élevée (*Arrhenatheretea* et *Arrhenatheratalia*) sont moins présentes qu'en 2019. Sur la zone témoin, le peuplement herbacé se rapproche plus des prairies à avoine élevée (*Arrhenatherum elatius*), ce qui est compréhensible du fait des espèces avoisinantes composant la végétation des merlons voisins.



Fig. 3 – démonstrateur ensemencé

Revue botanique du Grand-Est- 2024-3

Tableau III - Relevé du démonstrateur reconstitution de pelouse calcaire				
Dates de relevé	02/09/19	22/07/21	02/09/19	22/07/21
Recouvrement	40,00 %	95,00 %	50,00%	85,00 %
Nombres d'espèces	7	35	19	19
Observateur : François VERNIER	Zone expérimentale	Zone expérimentale	Zone témoin	zone témoin
Espèces	Abondance-dominance1	Abondance-dominance2	Abondance-dominance3	Abondance-dominance4
Espèces du Festuco valesiacaee – Brometea erectii				
<i>Bromopsis erecta</i> (Huds.) Fourr. subsp. <i>erecta</i>	4	5		
<i>Poterium sanguisorba</i> L. subsp. <i>sanguisorba</i>		4		1
<i>Centaurea jacea</i> L.		1	+	2
<i>Knautia arvensis</i> (L.) Coult.		1		2
<i>Silene vulgaris</i> (Moench) Garcke		1		1
<i>Stachys recta</i> L.		1	2	
<i>Galium album</i> Mill.		1		
<i>Achillea millefolium</i> L.		+		1
<i>Hypericum perforatum</i> L.		+		1
<i>Plantago lanceolata</i> L.	+	+		
<i>Anthyllis vulneraria</i> L.		+		
<i>Centaurea scabiosa</i> L.		+		
<i>Dianthus carthusianorum</i> L.		+		
<i>Lotus corniculatus</i> L.		+		
<i>Ononis spinosa</i> subsp. <i>procurrens</i> (Wallr.) Briq.		+		
<i>Ranunculus bulbosus</i> L.		+		
<i>Scabiosa columbaria</i> L.		+		
<i>Thymus praecox</i> Opiz		+		
<i>Trifolium dubium</i> Sibth.		+		
<i>Medicago lupulina</i> L.	+			
Autres espèces				
<i>Coronilla varia</i> L.		2		1
<i>Arrhenatheretum elatius</i> (L.) P. Bauv. Ex J. Prest & C. Presl		1		4
<i>Campanula trachelium</i> subsp. <i>trachelium</i> L.	+	1	1	+
<i>Arabis hirsuta</i> (L.) Scop.		1		
<i>Tussilago farfara</i> L.		+	4	3
<i>Reseda lutea</i> L.	1	+	+	1
<i>Artemisia vulgaris</i> L.		+		1
<i>Picris hieracioides</i> L.		+	1	+
<i>Dactylis glomerata</i> L.		+		+
<i>Cirsium vulgare</i> (Savi) Ten.		+	1	
<i>Daucus carota</i> subsp. <i>carota</i> L.		+	1	
<i>Cerastium fontanum</i> subsp. <i>vulgare</i> (Hartm.) Greuter & Burdet		+		
<i>Festuca rubra</i> L.		+		
<i>Jacobaea vulgaris</i> Gaertn.		+		
<i>Rumex crispus</i> L.		+		
<i>Tragopogon pratensis</i> L.		+		
<i>Vicia sativa</i> L.		+		
<i>Lactuca serriola</i> L.	+		1	1
<i>Geranium columbinum</i> L.				1
<i>Papaver rhoeas</i> L.				1
<i>Pastinaca sativa</i> subsp. <i>urens</i> (Req. ex Godr.) Čelak.				+
<i>Rumex sanguineus</i> L.				+
<i>Mercurialis annua</i> L.	+		3	
<i>Ajuga chamaepitys</i> (L.) Schreb.	+			
<i>Cirsium acaulon</i> (L.) Scop.			2	
<i>Chaenorhinum minus</i> (L.) Lange			+	
<i>Euphorbia exigua</i> L.			+	
<i>Lysimachia arvensis</i> subsp. <i>arvensis</i> (L.) U.Manns & Anderb.			+	
<i>Lysimachia foemina</i> (Mill.) U.Manns & Anderb.			+	
<i>Papaver dubium</i> subsp. <i>lecoquii</i> (Lamotte) Syme			+	
<i>Pastinaca sativa</i> subsp. <i>sativa</i> L.			+	
<i>Sonchus oleraceus</i> L.			+	
<i>Vicia tenuifolia</i> Roth			+	

Les espèces indiquées en orange sont celles qui sont installées uniquement sur la « zone expérimentale du démonstrateur » et les bleues celles qui le sont uniquement sur la « zone témoin » apparues en 2021.

Revue botanique du Grand-Est- 2024-3

Ces résultats confirment tout à fait les premières observations, à savoir la réussite de l'essai de reconstitution de pelouse calcaire à partir de produits de fauche installés peu de temps après la récolte du foin (méthode dite « du foin vert »). Il est à noter que les espèces pionnières relevées la première année de l'expérimentation ont pratiquement toutes disparu. Il ne reste plus que quelques tiges sèches de Passerage des champs (*Lepidium campestre*) et de Cirse commun (*Cirsium vulgare*). Seuls quelques pieds de Tussilage pas-d'âne (*Tussilago farfara*) subsistent dans un peuplement dense de Brome érigé (*Bromopsis erecta*). Cette méthode expérimentée présage de la réussite des opérations futures qui reprendront exactement le même processus. Seul le changement d'échelle nous obligera à passer par une mécanisation pour pouvoir atteindre nos objectifs. Le suivi régulier de la mise en œuvre de cette reconstitution permettra d'ajuster au plus près du terrain le déroulement des opérations. Il y a donc de solides raisons pour penser que la reconstitution de la pelouse soit une réussite.

Cet essai positif nous conduit à envisager, pour l'année à venir, le passage à une reconstitution de pelouse calcaire sur 2500 m² puis les années suivantes sur 1 ha.

BIBLIOGRAPHIE

Bensettiti F., Boulet V., Chavaudret-Laborie C. & Deniaud J. (coord.), 2005. « Cahiers d'habitats » Natura 2000. Connaissance et gestion des habitats et des espèces d'intérêt communautaire. Tome 4 - Habitats agropastoraux. MEDD/MAAPAR/MNHN. Éd. La Documentation française, Paris, 2 volumes : 445 p. et 487 p.

Ferrez Y., Bailly G., Beauvils T., Collaud R., Caillet M., Fernez T., Gillet F., Guyonneau J., Hennequin C., Royer J.-M., Schmitt A., Vergon-Trivaudey M.-J., Vadam J.-C. & Vuilleminot M., 2011. Synopsis des groupements végétaux de Franche-Comté. Les nouvelles archives de la flore jurassienne et du nord-est de la France, n° spécial n°1: 1-281.

Goret T. & Janssens X. 2014 Lignes directrices pour la restauration de prairies et pelouses - Proposition de balises dans le cadre des projets LIFE-Nature « Prairies bocagères » et « Herbages »

https://www.lifeprairiesbocageres.eu/fileadmin/Life/Prairies_bocageres/Projet_balises_restoration_prairies_et_pelouses_avril2014.pdf

Huc S., Arlandis J., Dupré La Tour A., Rouillon A., Spiegelberger T. (2018). SEM'LESALPES - Des semences d'origine locale pour la restauration de milieux ouverts en montagne alpine, Conservatoire Botanique National Alpin, Gap, 106 p.

<https://www.climatlocal.com/bilan-climatique-2018/>