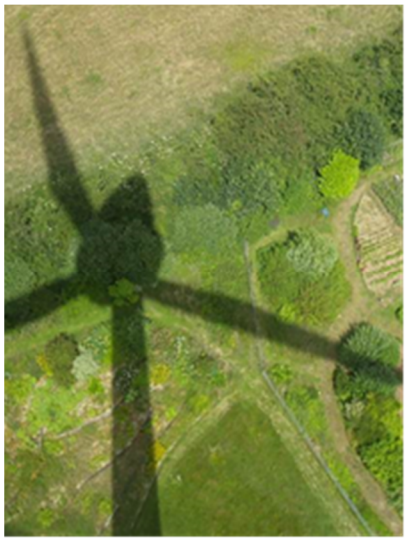
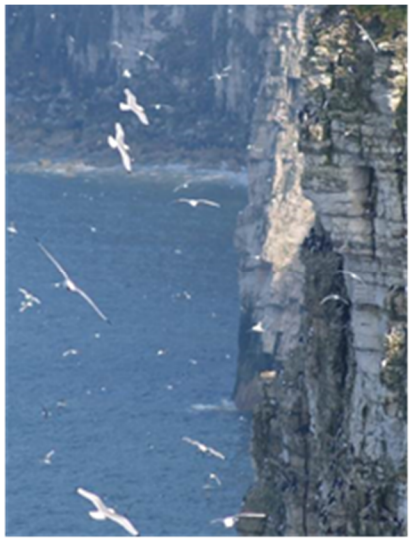
thomson ecology

Suivi hydrologique de la tourbière de Rebière-Nègre, Peyrelevade, France

Rapport d'installation des équipements

Pour

Conservatoire d'Espaces Naturels du Limousin

Projet N°.: XCEN101/001

London & South East
Compass House
Surrey Research Park
Guildford
GU2 7AG . UK
t: +44 (0)1483 466 000

North & Borders
The Tannery
91 Kirkstall Road
Leeds
LS3 1HS . UK
t: +44 (0)113 247 3780

Wales & South West
Williams House
11-15 Columbus Walk
Cardiff
CF10 4BY . UK
t: +44 (0)2920 020 674

Scotland
20-23 Woodside Place
Glasgow
G3 7QF . UK
t: +44 (0)141 582 1333

Enquiries

e: enquiries@thomsonecology.com

w: www.thomsonecology.com

Project Number	Report No.
XCEN101/001	002

Revision No.	Date of Issue	Author	Reviewer	Approver
001	15/12/2018	Arnaud Duranel		

Disclaimer:

Copyright Thomson Ecology Limited. All rights reserved.

No part of this report may be copied or reproduced by any means without prior written permission from Thomson Ecology Limited. If you have received this report in error, please destroy all copies in your possession or control and notify Thomson Ecology Limited.

This report has been prepared for the exclusive use of the commissioning party and unless otherwise agreed in writing by Thomson Ecology Limited, no other party may use, make use of or rely on the contents of the report. No liability is accepted by Thomson Ecology Limited for any use of this report, other than for the purposes for which it was originally prepared and provided.

Opinions and information provided in the report are on the basis of Thomson Ecology Limited using due skill, care and diligence in the preparation of the same and no explicit warranty is provided as to their accuracy. It should be noted and it is expressly stated that no independent verification of any of the documents or information supplied to Thomson Ecology Limited has been made.

Table des matières

1. Résumé 6
2. Introduction 7
   2.1 Contexte 7
   2.2 Objectifs de l'étude 7
   2.3 Personnel 8
3. Méthodes 9
   3.1 Conception du dispositif de suivi 9
   3.2 Cartographie de l'épaisseur du dépôt tourbeux 10
   3.3 Emplacement du dispositif de suivi 10
   3.4 Sondages stratigraphiques 10
   3.5 Installation du dispositif de suivi piézométrique 11
   3.6 Installation du dispositif de suivi limnimétrique 11
   3.7 Installation du dispositif de suivi de la végétation 11
   3.8 Nivellement 12
4. Résultats 13
   4.1 Épaisseur du dépôt tourbeux 13
   4.2 Stratigraphie 13
   4.3 Équipements de suivi hydrologique 14
   4.4 Placettes de suivi de la végétation 14
5. Bibliographie 14
Annexe 1. Description des profils stratigraphiques 16
Annexe 2. Localisation des équipements installés 21
Annexe 3. Localisation des placettes de suivi de la végétation 23
Annexe 4. Relevés de végétation 29

Figure 1. Épaisseur du dépôt tourbeux.

Figure 2. Profils stratigraphiques.

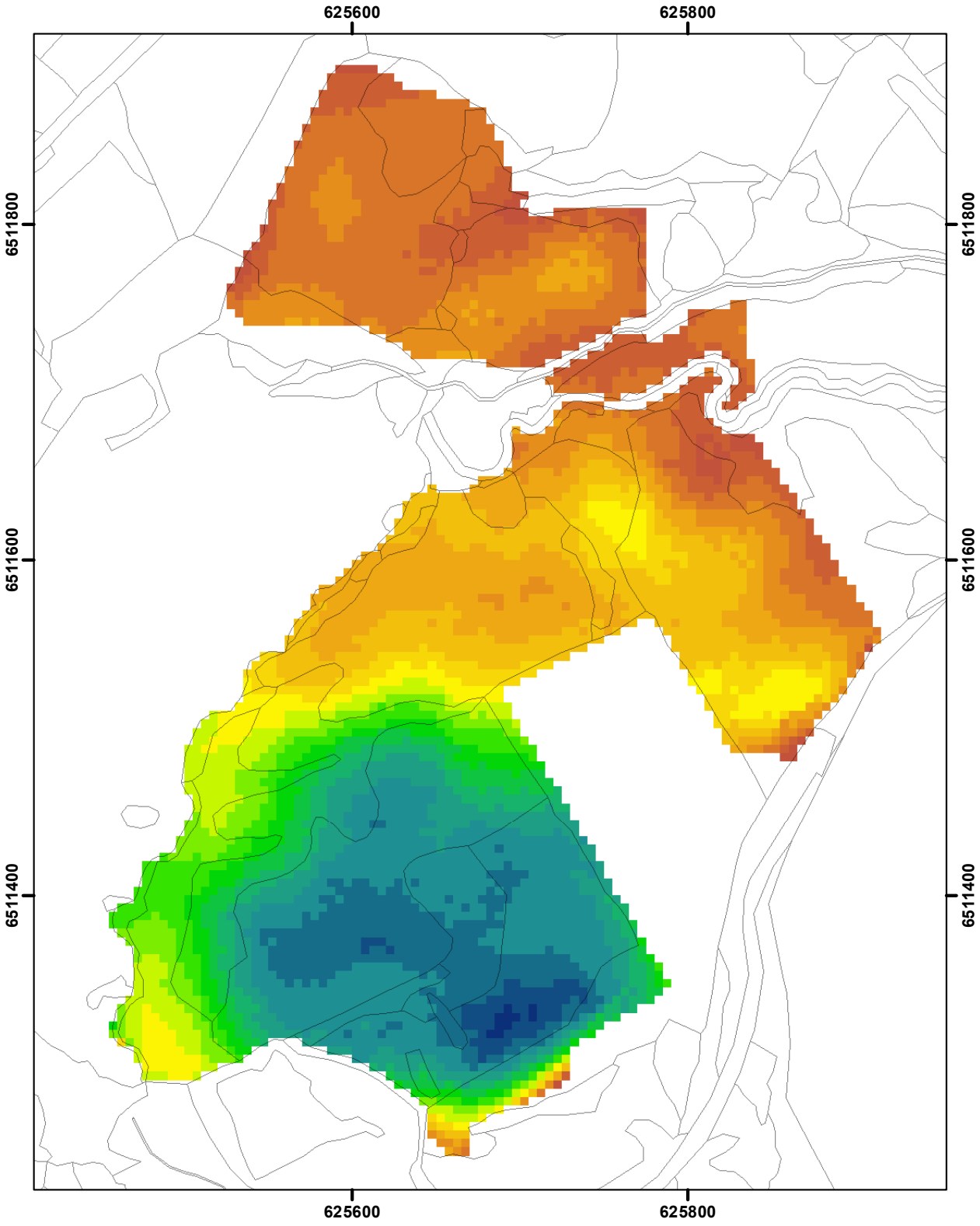
Figure 3. Photographies des profils stratigraphiques.

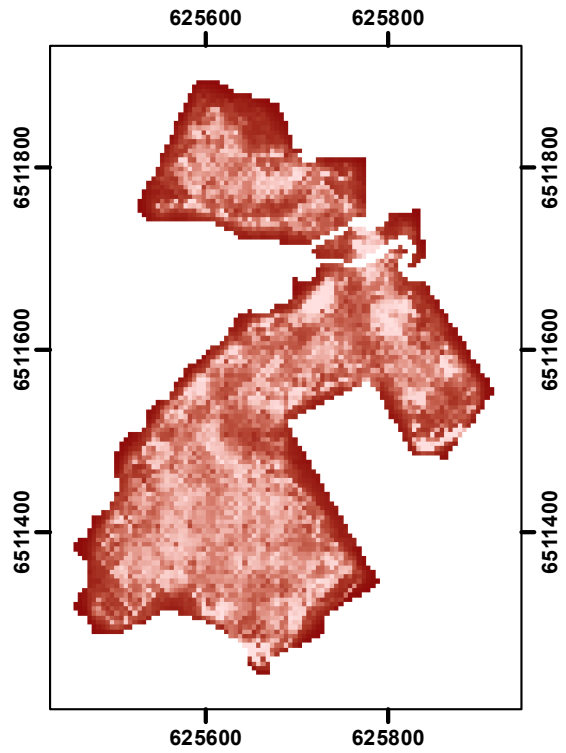
Figure 4. Emplacement des équipements de suivi hydrologique.

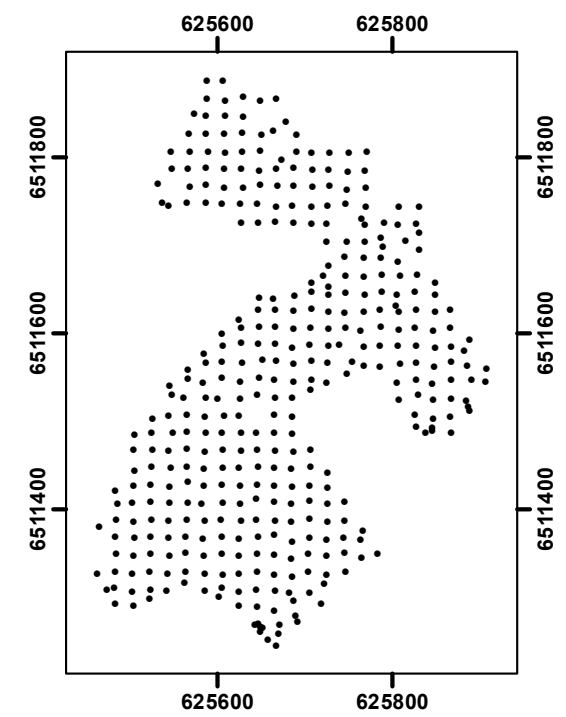
Figure 5. Emplacement des placettes de suivi de la végétation.

Figure 6. Photographies des équipements installés.

Profondeur du dépôt tourbeux







Légende

Epaisseur du dépôt tourbeux (cm)

- 0
- 1 - 25
- 26 - 50
- 51 - 75
- 76 - 100
- 110 - 130
- 140 - 150
- 160 - 180
- 190 - 200
- 210 - 230
- 240 - 250
- 260 - 280
- 290 - 300
- 310 - 330
- 340 - 350
- 360 - 380
- 390 - 400
- 410 - 430
- 440 - 450
- Limites d'habitats

Erreur standard (cm)

- High : 79.9327
- Low : 8.70695
- Point de sondage

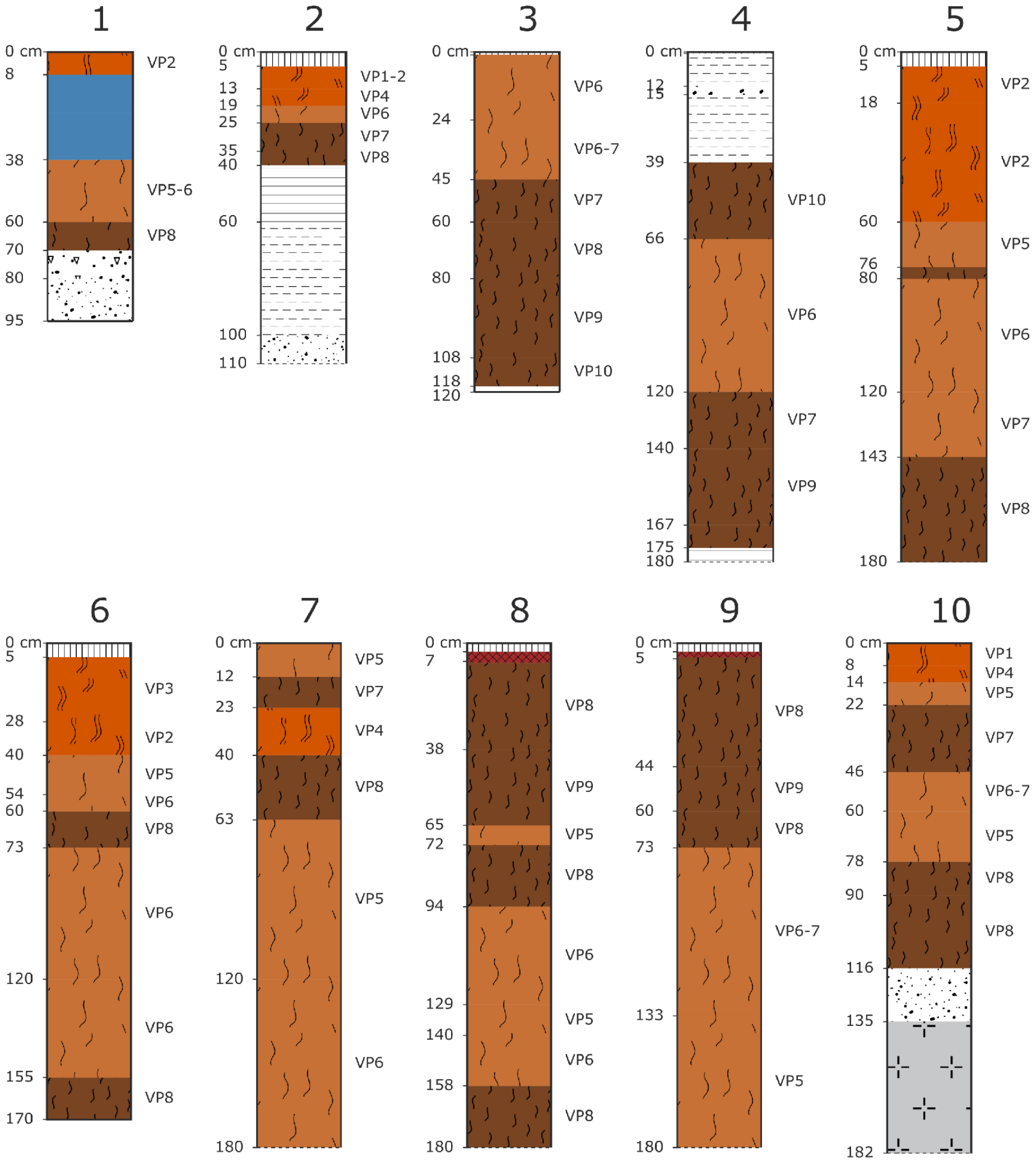
DRAFT

Projection: RGF 1993 Lambert-93

Client: Conservatoire d'Espaces Naturels du Limousin		Drawing Ref: XCEN101/26105/1	thomson ecology
Figure Number: 1		Scale at A4: Pas à l'échelle	
Figure Title: Epaisseur du dépôt tourbeux	Drawn: EA / Checked: TP		
	Date: 11/07/2018	Date: 11/07/2018	

www.thomsonecology.com
enquiries@thomsonecology.com

Filepath: S:\Guildford\Projects\XCEN101 - Hydrological Monitoring Tourbiere de Rebiere Negre Peyrelevade France\Mapping\Working\XCEN101_Fig1_EpaisseurDuDepotTourbeux_EA_110718.mxd
Contains Ordnance Survey data © Crown copyright and database right 2018. This map must not be copied or reproduced by any means without prior written permission from Thomson Ecology Ltd.



DRAFT

Client: Conservatoire d'Espaces Naturels du Limousin		Drawing Ref: XCEN101/26106/1	
Figure Number: 2		Scale at A4: Pas à l'échelle	
Figure Title: Profils stratigraphiques (VP: indice d'humification de Von Post)		Drawn: EA	Checked: TP
		Date: 11/07/2018	Date: 11/07/2018

thomson ecology

www.thomsonecology.com
enquiries@thomsonecology.com

Filepath: S:\Guildford\Projects\XCEN101 - Hydrological Monitoring Tourbiere de Rebiere Negre Peyrelevade France\Mapping\Working\XCEN101_Fig2_ProfilsStratigraphiques_EA_110718.mxd
Contains Ordnance Survey data © Crown copyright and database right 2018. This map must not be copied or reproduced by any means without prior written permission from Thomson Ecology Ltd.

Photograph 1:
Profil n°1, 0-60cm sous le niveau du sol.

Photograph 2:
Profil n°2, 0-35cm sous le niveau du sol.

Photograph 3:
Profil n°2, 35-60cm sous le niveau du sol.

Photograph 4:
Profil n°2, 60-100cm sous le niveau du sol.

Photograph 5:
Profil n°2, 100-110cm sous le niveau du sol.

Photograph 6:
Profil n°3, 0-60cm sous le niveau du sol.

Photograph 7:
Profil n°3, 60-118cm sous le niveau du sol.

Photograph 8:
Profil n°4, 0-60cm sous le niveau du sol.

Client: Conservatoire d'Espaces Naturels du Limousin		Drawing Ref: XCEN101/26107/1	
Figure Number: 3a		Scale at A4: N'est pas applicable	
Figure Title: Photographies des profils topographiques		Drawn: EA	Checked: TP
		Date: 11/07/2018	Date: 11/07/2018

thomson ecology
www.thomsonecology.com
enquiries@thomsonecology.com

Filepath: S:\Guildford\Projects\XCEN101 - Hydrological Monitoring Tourbiere de Rebiere Negre Peyrelevade France\Mapping\Working\XCEN101_Fig3a_PhotographiesDesProfils_EA_110718.mxd
This figure must not be copied or reproduced by any means without prior written permission from Thomson Ecology Ltd.

Photograph 9:
Profil n°4, 60-120cm sous le niveau du sol.

Photograph 10:
Profil n°4, 120-180cm sous le niveau du sol.

Photograph 11:
Profil n°5, 0-60cm sous le niveau du sol.

Photograph 12:
Profil n°5, 60-120cm sous le niveau du sol.

Photograph 13:
Profil n°5, 120-180cm sous le niveau du sol.

Photograph 14:
Profil n°6, 0-60cm sous le niveau du sol.

Photograph 15:
Profil n°6, 60-120cm sous le niveau du sol.

Photograph 16:
Profil n°6, 120-180cm sous le niveau du sol.

Client: Conservatoire d'Espaces Naturels du Limousin		Drawing Ref: XCEN101/26108/1	
Figure Number: 3b		Scale at A4: N'est pas applicable	
Figure Title: Photographies des profils topographiques		Drawn: EA	Checked: TP
		Date: 11/07/2018	Date: 11/07/2018

thomson ecology

www.thomsonecology.com
enquiries@thomsonecology.com

Filepath: S:\Guildford\Projects\XCEN101 - Hydrological Monitoring Tourbiere de Rebiere Negre Peyrelevade France\Mapping\Working\XCEN101_Fig3b_PhotographiesDesProfils_EA_110718.mxd
This figure must not be copied or reproduced by any means without prior written permission from Thomson Ecology Ltd.

Photograph 17:
Profil n°7, 0-60cm sous le niveau du sol.

Photograph 18:
Profil n°7, 60-120cm sous le niveau du sol.

Photograph 19:
Profil n°7, 120-180cm sous le niveau du sol.

Photograph 20:
Profil n°8, 0-60cm sous le niveau du sol.

Photograph 21:
Profil n°8, 60-120cm sous le niveau du sol.

Photograph 22:
Profil n°8, 120-180cm sous le niveau du sol.

Photograph 23:
Profil n°9, 60-120cm sous le niveau du sol.

Photograph 24:
Profil n°9, 120-180cm sous le niveau du sol.

Client: Conservatoire d'Espaces Naturels du Limousin		Drawing Ref: XCEN101/26109/1	thomson ecology
Figure Number: 3c		Scale at A4: N'est pas applicable	
Figure Title: Photographies des profils topographiques		Drawn: EA / Date: 11/07/2018	Checked: TP / Date: 11/07/2018

www.thomsonecology.com
enquiries@thomsonecology.com

Filepath: S:\Guildford\Projects\XCEN101 - Hydrological Monitoring Tourbiere de Rebiere Negre Peyrelevade France\Mapping\Working\XCEN101_Fig3c_PhotographiesDesProfils_EA_110718.mxd
This figure must not be copied or reproduced by any means without prior written permission from Thomson Ecology Ltd.

Photograph 1:
Profil n°10, 0-60cm sous le niveau du sol.

Photograph 2:
Profil n°10, 60-90cm sous le niveau du sol.

Photograph 3:
Profil n°10, 90-116cm sous le niveau du sol.

Photograph 4:
Profil n°10, 116-135cm sous le niveau du sol.

Photograph 5:
Profil n°10, 135-182cm sous le niveau du sol.

DRAFT

Client: Conservatoire d'Espaces Naturels du Limousin		Drawing Ref: XCEN101/26110/1	
Figure Number: 3d		Scale at A4: N'est pas applicable	
Figure Title: Photographies des profils topographiques		Drawn: EA	Checked: TP
		Date: 11/07/2018	Date: 11/07/2018

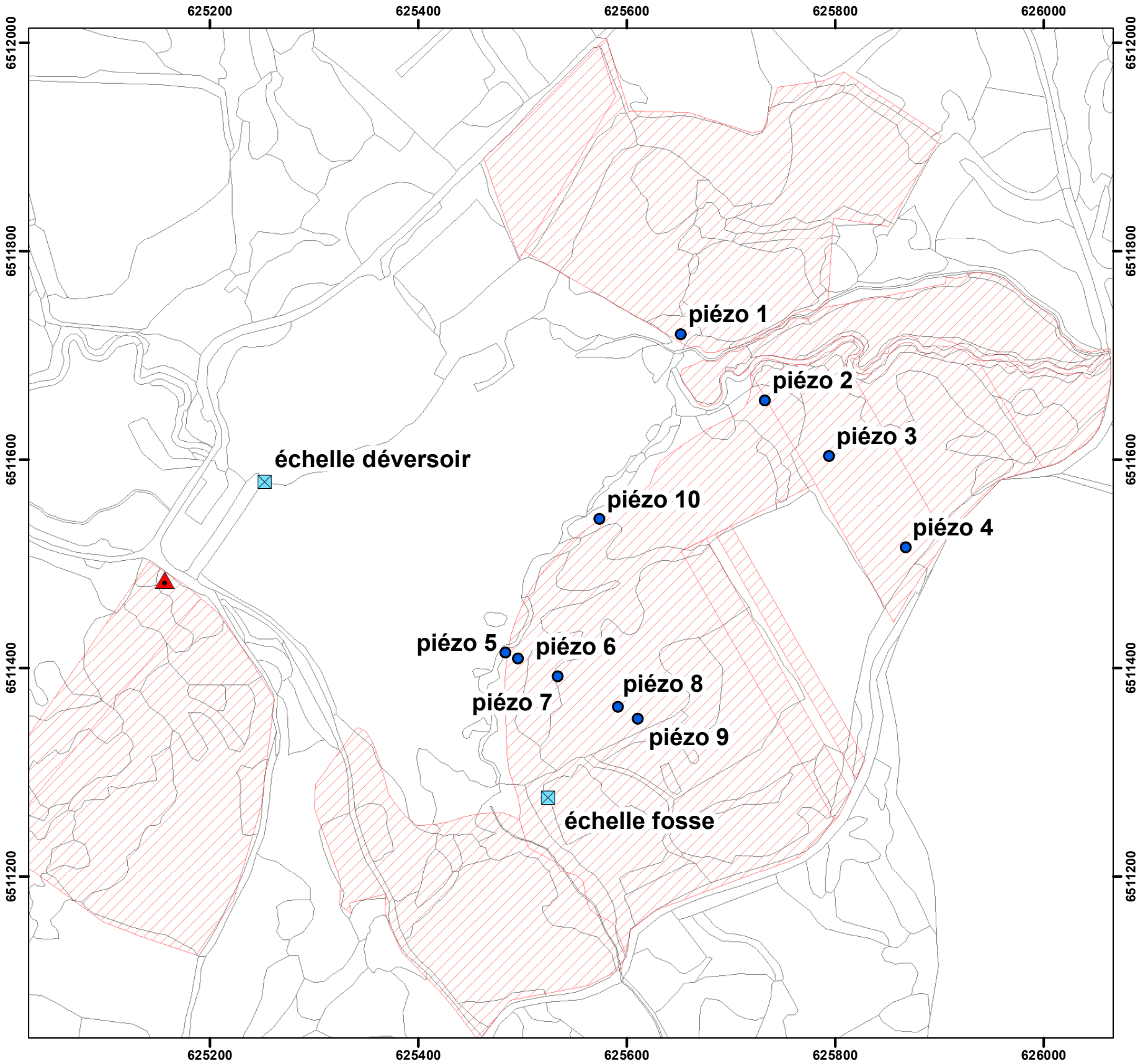
thomson ecology

www.thomsonecology.com
enquiries@thomsonecology.com

Filepath: S:\Guildford\Projects\XCEN101 - Hydrological Monitoring Tourbiere de Rebiere Negre Peyrelevade France\Mapping\Working\XCEN101_Fig3d_PhotographiesDesProfils_EA_110718.mxd
This figure must not be copied or reproduced by any means without prior written permission from Thomson Ecology Ltd.

DRAFT

Equipements installés



Légende

Parcelles maîtrisées par le CEN Limousin

Limites d'habitats

équipements installés

borne de géomètre

piézomètre

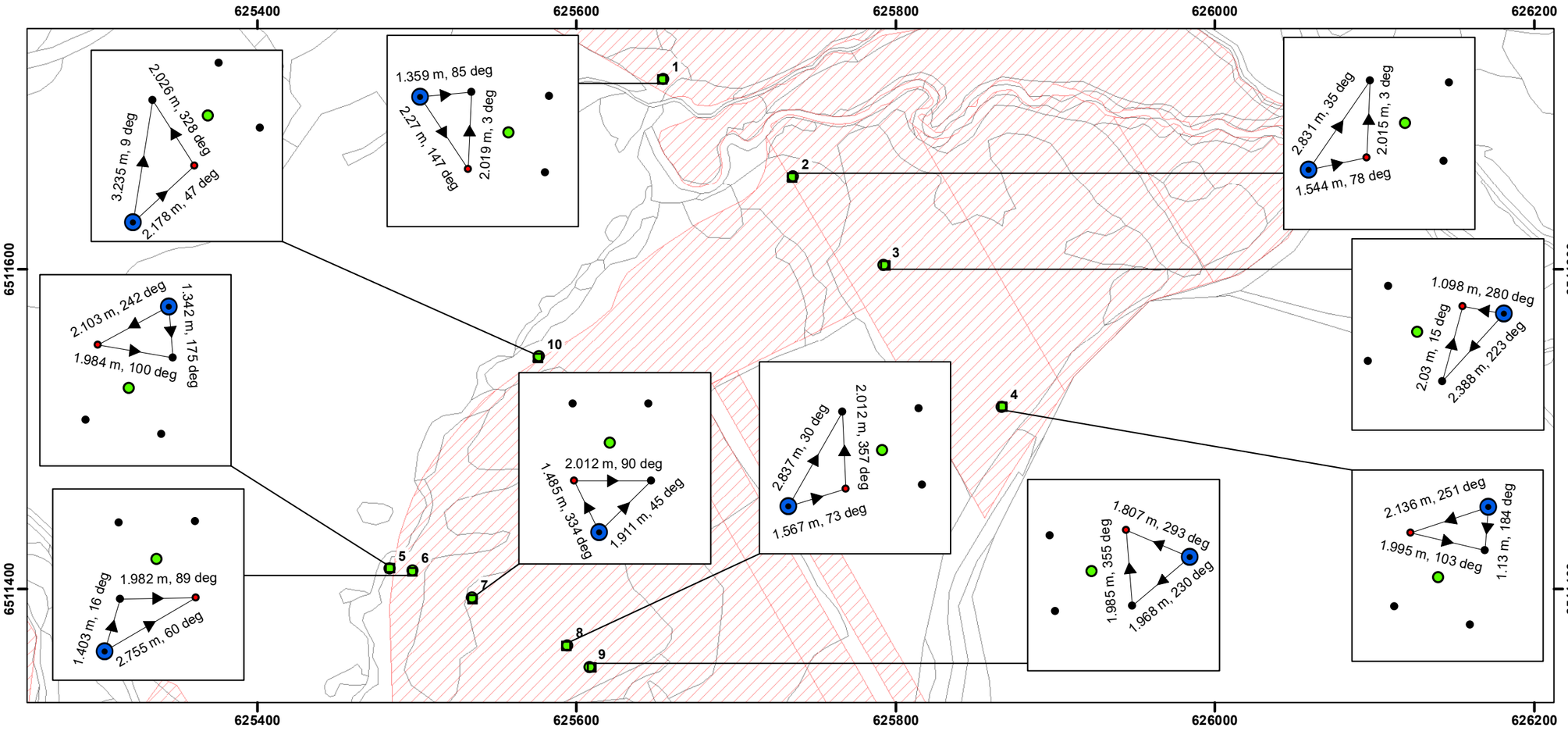
échelle limnimétrique

Projection: RGF 1993 Lambert-93

Client: Conservatoire d'Espaces Naturels du Limousin	Drawing Ref: XCEN101/26111/1	thomson ecology
Figure Number: 4	Scale at A4: Pas à l'échelle	
Figure Title: Emplacement des équipements de suivi hydrologique	Drawn: EA; Checked: TP; Date: 11/07/2018; Date: 11/07/2018	www.thomsonecology.com enquiries@thomsonecology.com

Filepath: S:\Guildford\Projects\XCEN101 - Hydrological Monitoring Tourbiere de Rebiere Negre Peyrelevade France\Mapping\Working\XCEN101_Fig4_EmplacementDesEquipements_EA_110718.mxd
Contains Ordnance Survey data © Crown copyright and database right 2018. This map must not be copied or reproduced by any means without prior written permission from Thomson Ecology Ltd.

Placettes de suivi de la végétation



thomson ecology

www.thomsonecology.com
enquiries@thomsonecology.com

Légende

- Parcelles maîtrisées par le CEN Limousin
- Limites d'habitats
- centre placette 4m2
- coin placette 4m2
- coin placette 1m2
- piézomètre

DRAFT

Projection: RGF 1993 Lambert-93

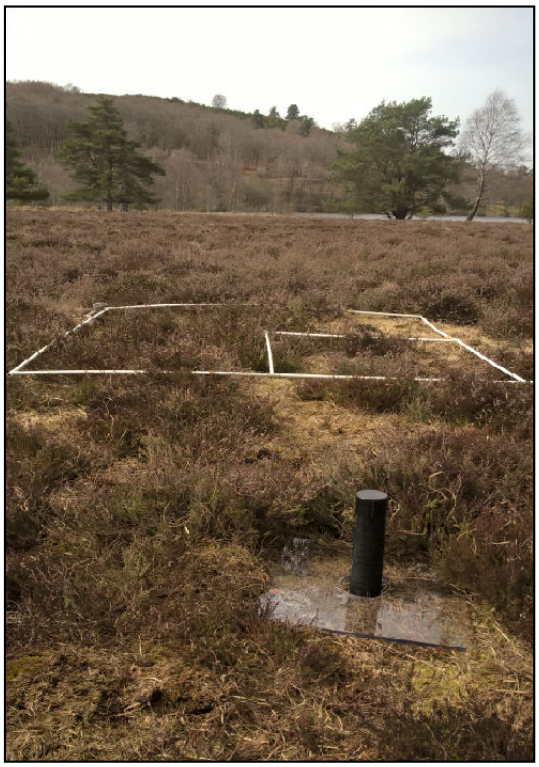
Site Grid Reference: 350,000 650,000

Contains Ordnance Survey data
© Crown copyright and database right 2018.

This map must not be copied or reproduced by any means without prior written permission from Thomson Ecology Ltd.

Drawing Ref	XCEN101/26113/1
Scale at A3	1:5,070,005
Drawn: EA	Checked: TP
Date: 11/07/2018	Date: 11/07/2018
Client	Conservatoire d'Espaces Naturels du Limousin
Figure Number	5
Figure Title	Emplacement des placettes de suivi de la végétation

Filepath: S:\Guildford\Projects\XCEN101 - Hydrological Monitoring Tourbiere de Rebiere Negre Peyrelevade France\Mapping\Working\XCEN101_Fig5_EmplacementDesPlacettes_EA_110718.mxd



Photograph A:
Un exemple de point de suivi piézométrique, de niveau du sol et de végétation (piézomètre et placette n°9).

Photograph B:
Echelle limnimétrique au niveau du déversoir.

DRAFT

Client: Conservatoire d'Espaces Naturels du Limousin		Drawing Ref: XCEN101/26114/1	
Figure Number: 6		Scale at A4: N'est pas applicable	
Figure Title: Photographies des équipements installés		Drawn: EA	Checked: TP
		Date: 11/07/2018	Date: 11/07/2018

thomson ecology
www.thomsonecology.com
enquiries@thomsonecology.com

Filepath: S:\Guildford\Projects\XCEN101 - Hydrological Monitoring Tourbiere de Rebiere Negre Peyrelevade France\Mapping\Working\XCEN101_Fig6_PhotographiesDesEquipementsInstalles_EA_110718.mxd
This figure must not be copied or reproduced by any means without prior written permission from Thomson Ecology Ltd.

1. Résumé

1.1.1 Le Conservatoire des Espaces Naturels du Limousin (CEN Limousin) a commissionné Thomson Ecology pour concevoir et mettre en place un dispositif de suivi hydrologique et écologique permettant de quantifier l'impact de l'effacement de l'étang de Peyrelevade (19) sur la tourbière de Rebière-Nègre, immédiatement adjacente.

1.1.2 Afin de positionner au mieux les équipements, l'épaisseur du dépôt tourbeux a été mesurée par sondage à la tige filetée selon un carroyage régulier d'une résolution de 20m, puis interpolée par krigeage.

1.1.3 L'emplacement des points de suivi a été déterminé sur la base de l'épaisseur du dépôt tourbeux, de la topographie, de la cartographie de végétation et des effets attendus de l'effacement de l'étang sur les gradients hydrologiques. Dix points de suivi ont été mis en place. Ils sont organisés en trois transects : deux perpendiculaires à l'axe principal de l'étang et parallèles à la pente maximale, et un parallèle à la rive de l'étang.

1.1.4 Chacun de ces points de suivi a été équipé d'un piézomètre d'une profondeur maximale de 1.8m sous le niveau du sol, après carottage et description des formations organiques et minérales meubles. Sept de ces piézomètres ont été équipés d'un enregistreur de pression pour mesurer le niveau de la nappe dans la tourbe.

1.1.5 Une échelle limnimétrique ainsi qu'un enregistreur de pression ont été installés au niveau du déversoir de l'étang pour en mesurer le niveau. Une échelle limnimétrique simple a également été installée dans la fosse de tourbage située au sud-ouest de la tourbière.

1.1.6 Une placette permanente de suivi de la végétation a été installée à proximité de chaque piézomètre, et un relevé de végétation (plantes vasculaires et bryophytes) y a été réalisé.

1.1.7 L'ensemble des équipements et placettes ont été nivelés avec une précision centimétrique au moyen d'un GPS différentiel.

2. Introduction

2.1 Contexte

2.1.1 Afin d'améliorer la continuité écologique de la Vienne, la commune de Peyrelevade (19) prévoie d'effacer l'étang dont elle est propriétaire, localisé immédiatement au sud du bourg. Cet étang a été créé en 1974 en barrant l'exutoire d'un alvéole granitique au fond duquel s'étendait une zone humide tourbeuse. Une partie de cette zone humide, dénommée tourbière de Rebière-Nègre, est restée émergée sur la rive gauche et en amont de l'étang, en contact direct avec celui-ci.

2.1.2 Même si elle ne fait pas l'objet d'une mesure de protection réglementaire, cette zone humide tourbeuse comprend un ensemble d'habitats d'intérêt communautaire. À ce titre, le Conservatoire d'Espaces Naturels du Limousin en a acquis la maîtrise foncière et gère le site à des fins de conservation des habitats et des espèces inféodées.

2.1.3 L'effacement de l'étang de Peyrelevade va entraîner une baisse du niveau de référence et un accroissement des gradients piézométriques en périphérie. Il est possible que cela se traduise par une baisse des niveaux piézométriques dans la zone humide adjacente, une diminution de la teneur en eau dans la partie supérieure de la colonne de tourbe, et par conséquent une dégradation de l'état de conservation des habitats et des espèces au sein de la tourbière.

2.1.4 Le Conservatoire a souhaité mettre en place un dispositif de suivi permettant de quantifier l'impact hydrologique et écologique de l'effacement de l'étang.

2.2 Objectifs de l'étude

2.2.1 Le Conservatoire des Espaces Naturels du Limousin a commissionné Thomson Ecology le 7 novembre 2017 pour concevoir et mettre en place un dispositif de suivi permettant de quantifier un éventuel impact hydrologique et écologique de l'effacement de l'étang de Peyrelevade sur la tourbière de Rebière-Nègre. Ce travail devait inclure :

1. Une cartographie de la profondeur de tourbe sur l'ensemble de la tourbière ;
2. L'analyse des données existantes et collectées au cours de l'étude pour définir le meilleur positionnement de transects d'étude ;
3. La réalisation de sondages stratigraphiques et l'implantation de piézomètres équipés d'enregistreurs automatiques;
4. Le nivellement topographique des transects et des piézomètres avec une précision centimétrique ;
5. La définition d'un protocole de mesure de paramètres de base de la qualité de l'eau ;
6. L'organisation d'un temps de formation des personnels du CENL à l'utilisation des outils de mesures ;
7. L'analyse des données hydrologiques collectées à l'issue de la première année de suivi ;
8. Une note succincte présentant les méthodes et résultats à l'issue de la phase de terrain ;
9. Un rapport d'étude à l'issue de la première année de suivi.

2.2.2 Le présent rapport remplit les objectifs 1, 2, 3, 4 et 8 ci-dessus. Les objectifs 5 et 6 sont traités dans un rapport distinct (n° XCEN101/001/001/001). Les objectifs 7 et 9 seront complétés à l'issue de la première année de suivi hydrologique.

2.3 Personnel

2.3.1 Les travaux de terrain, l'analyse des données et les rapports associés ont été complétés par Arnaud Duranel, Docteur en Géographie Physique, MCIEEM.

3. Méthodes

3.1 Conception du dispositif de suivi

Étant donné la localisation de la tourbière en bordure de l'étang, la distribution clairement concentrique des unités de végétation cartographiées par le CENL lors de la rédaction du plan de gestion de la tourbière (Blot and Daviaud, 2011), et les faibles gradients topographiques présents, il est très vraisemblable que le fonctionnement hydrologique de la partie la plus proche de l'étang soit influencé par la présence de ce dernier. La présence de l'étang a vraisemblablement conduit à la réduction des gradients piézométriques, à une élévation du niveau moyen des niveaux piézométriques dans la tourbe et à une réduction de leur variabilité. Des végétations plus hygrophiles se sont développées en bordure de l'étang.

L'effacement de l'étang va vraisemblablement conduire à une augmentation significative des gradients piézométriques entre la tourbière et le cours d'eau restauré, et donc à un accroissement des exports latéraux en surface et sous la surface et à un abaissement des niveaux piézométriques au moins en bordure d'étang.

Les conséquences d'un abaissement des niveaux piézométriques dans un sol tourbeux sont bien décrites dans la littérature scientifique internationale (Eggelsmann et al., 1993). Elles incluent notamment un affaissement du niveau du sol par consolidation primaire, rétrécissement lors du séchage, compression secondaire et enfin oxydation de la tourbe.

La consolidation primaire résulte de la perte de flottabilité de la partie supérieure de la tourbe suite à la réduction de sa teneur en eau, qui entraîne une compression de la tourbe saturée sous-jacente. L'eau contenue dans les macropores est expulsée. Cette consolidation primaire est très rapide. Le rétrécissement par séchage est lié à la perte de l'eau contenue dans les fibres végétales dans la zone non saturée et à leur raccourcissement. La compression secondaire résulte de l'expulsion de l'eau contenue dans les micropores de la zone saturée de la tourbe, également suite à la perte de flottabilité de la couche supérieure de la tourbe. Cette expulsion est beaucoup plus lente que lors de la consolidation primaire. Enfin, l'exposition de la tourbe à l'oxygène de l'air dans la zone non saturée conduit à son oxydation et à sa minéralisation.

Ces différents processus ont lieu à des vitesses différentes, mais peuvent entrainer un affaissement rapide et important de la surface de la tourbière. Hobbs (1986) rapporte ainsi une perte de 15% du profile tourbeux en un an après un abaissement d'un mètre du niveau de la nappe ; et Whittington & Price (2006) un affaissement de 5-20cm de la surface après un abaissement de 20cm du niveau de la nappe.

Pour suivre l'évolution du niveau de la nappe dans la tourbière suite à l'effacement de l'étang, il est donc absolument essentiel de suivre non pas la profondeur de la nappe par rapport au sol, mais le niveau de la nappe par rapport à un référentiel fixe (par exemple NGF69). Le suivi simultané du niveau du sol par rapport à ce même référentiel permettra de prendre en compte l'ensemble des processus existants. Le seul suivi de la profondeur de la nappe par rapport au niveau du sol pourrait potentiellement résulter en une sous-estimation importante de l'impact de l'effacement de l'étang, les piézomètres non ancrés dans le sous-sol minéral s'affaissant progressivement avec la surface de la tourbière.

De plus, il a été montré sur la tourbière des Dauges, au contexte hydrogéomorphologique très similaire à celui de la tourbière de Rebière-Nègre, qu'il existe un gradient piézométrique vertical entre les formations minérales présentes sous la tourbe et cette dernière. La tourbière des Dauges, située en fond d'alvéole, est en effet alimentée en partie par des apports issus de ces formations minérales (Duranel, 2015). Étant donné la différence de conductivité hydraulique existant entre ces différentes formations, il est donc important que les piézomètres ne pénètrent pas les formations minérales afin de

ne pas conduire à des mesures piézométriques erronées, sauf si la tourbe est très peu épaisse et qu'il est impossible de faire autrement.

Le dispositif que nous avons installé tient compte de ces deux contraintes.

De plus, nous avons installé un réseau de placettes permanentes, au sein desquels les plantes vasculaires et les bryophytes (mousses et hépatiques) ont été identifiées et leur abondance/dominance estimée. Ce réseau permettra d'évaluer les conséquences des changements hydrologiques observés sur les habitats, et fournira des informations complémentaires sur d'éventuels changements de niveau trophique ou de pH.

3.2 Cartographie de l'épaisseur du dépôt tourbeux

L'épaisseur des dépôts tourbeux a été cartographiée par sondage à la tige filetée selon un carroyage régulier prédéfini, d'une résolution de 20m. Les sondages ont été effectués au niveau de la base de la microtopographie, et les coordonnées ainsi que l'altitude du point de sondage ont été mesurées avec une précision centimétrique au moyen d'un GPS différentiel.

Les sondages n'ont pas pu être effectués :

- en rive droite à l'amont de l'étang du fait de la hauteur des niveaux d'eau empêchant l'accès à pied ;
- dans les parcelles boisées au sud-est de la tourbière et autour de la fosse d'extraction, du fait de la mauvaise qualité du signal GPS sous couvert forestier.

L'épaisseur du dépôt tourbeux a ensuite été interpolée avec une résolution de 5m sur l'ensemble de la zone étudiée par la méthode du krigeage universel, au moyen de l'extension Geostatistical Analyst pour ArcGIS.

3.3 Emplacement du dispositif de suivi

Les points de suivi hydrologique et écologique ont été choisis au cours d'une visite sur le terrain en présence de représentants du CEN Limousin. Le choix s'est basé sur la nature des habitats, la profondeur du dépôt tourbeux, la topographie, et l'effet attendu de l'effacement de l'étang sur les gradients piézométriques. Dix points de suivi ont été mis en place. Ils comprennent chacun un piézomètre, une plaque de suivi du niveau du sol et une placette de suivi de la végétation. Ils sont organisés en trois transects : deux perpendiculaires à l'axe principal de l'étang et parallèles à la pente maximale, et un parallèle à la rive de l'étang.

3.4 Sondages stratigraphiques

La nature des formations minérales et organiques a été décrite au niveau de l'emplacement des piézomètres en utilisant un carottier russe de 60cm de longueur et de 7cm de diamètre dans les dépôts meubles (principalement organiques) et une tarière pédologique de 20cm de longueur et de 7cm de diamètre dans les formations (principalement minérales) ne pouvant pas être pénétrées avec le carottier.

Les formations organiques ont été succinctement décrites par leur couleur, structure, texture, humidité, composition botanique si possible, et degré d'humification (indice de Von Post). La texture des formations minérales a également été notée.

Les sondages ont été effectués jusqu'au refus de la tarière, ou jusqu'à 2m sous le niveau du sol au maximum.

3.5 Installation du dispositif de suivi piézométrique

3.5.1 Dix piézomètres en HDPE d'une longueur maximum de 2m (dont 1.8m sous le niveau du sol) et d'un diamètre interne de 50mm (Duroscreen 11ST SL2, Marton Geotechnical Services Ltd, GB) ont été installés début avril 2018 après carottage et description des profils stratigraphiques. En cas de refus de tarière à une profondeur moindre contre des formations minérales dures, le tube a été coupé et installé de façon à reposer sur ces formations. Dans les autres cas, le tube a été fixé à une tige métallique enfoncée au marteau dans les formations minérales sous-jacentes, de façon à ce que le tube ne puisse pas bouger verticalement.

3.5.2 Une plaque de plexiglas de 50 x 50 x 1cm, percée d'un trou de 10cm de diamètre en son centre, a été installée de façon à ce qu'elle puisse coulisser verticalement sans friction le long du tube du piézomètre (Figure 6). Elle doit servir de repère pour mesurer manuellement la distance entre le niveau du sol et le sommet du piézomètre et donc le suivi de l'altitude du sol. Le niveau du sol dans les tourbières étant fortement corrélé à l'altitude de la nappe, il sera possible de reconstruire des séries temporelles continues de l'altitude du sol et donc de la profondeur de la nappe par rapport au niveau du sol.

3.5.3 Sept piézomètres ont été équipés d'un enregistreur de pression Solinst Levelogger Edge 3001, programmé pour enregistrer avec une fréquence de 15min. Un enregistreur de pression atmosphérique Solinst Barologger Edge 3001 a été installé dans un tube fermé à l'eau mais communiquant avec l'atmosphère enfoncé dans la tourbe près du piézomètre n°7, ce qui permettra de limiter les artéfacts liés à la différence de température entre enregistreurs piézométriques et enregistreur barométrique (Cuevas et al., 2010).

3.6 Installation du dispositif de suivi limnimétrique

3.6.1 Deux échelles limnimétriques ont été installées sur site, l'une au niveau du déversoir de l'étang et l'autre dans la fosse de tourbage au sud-ouest de la tourbière.

3.6.2 Un enregistreur de pression (Solinst Levelogger Edge 3001) a été installé au niveau du déversoir. Il permettra de suivre en continu le niveau de l'étang jusqu'à ce que la vidange soit finalisée. Il pourra ensuite être transféré dans un des piézomètres pour compléter le dispositif de suivi piézométrique.

3.7 Installation du dispositif de suivi de la végétation

3.7.1 Dix placettes permanentes de suivi de la végétation ont été installées sur site, une pour chaque piézomètre. Les placettes ont été installées à quelques mètres des piézomètres pour éviter le piétinement de la végétation lors des relevés piézométriques. Le choix de l'emplacement précis de la placette a été fait de manière à ce que les conditions physiques (topographie en particulier) et la végétation soient similaires au niveau du piézomètre et au sein de la placette correspondante.

3.7.2 Afin d'augmenter la précision des relevés, chaque placette a été divisée en deux sous-placettes, l'une de 2 x 2m et l'autre de 1 x 1m occupant l'un des coins de la première. Un relevé phytosociologique, incluant les plantes vasculaires et les bryophytes, a été effectué dans chacune de ces sous-placettes.

3.7.3 L'abondance/dominance de chaque espèce a été estimé visuellement sur une échelle de Braun-Blanquet modifiée (McCune et al., 2002), voir le Tableau 1.

Tableau 1. Echelle d'abondance/dominance utilisée.

Code	Abundance/dominance
i	1 individu, couvrant moins de 1% de la surface de la placette
r	quelques rares individus couvrant moins de 1% de la surface de la placette
+	nombreux individus couvrant moins de 1% de la surface de la placette
1	1-5% de la surface de la placette
2	5-25% de la surface de la placette
3	25-50% de la surface de la placette
4	50-75% de la surface de la placette
5	75-95% de la surface de la placette
6	>95% de la surface de la placette

3.7.4 Un échantillon de chaque espèce de bryophyte a été prélevé dans chaque sous-placette pour vérification au laboratoire. Les ouvrages suivants ont été utilisés pour la détermination des bryophytes : Goubet (not dated), Smith (1991), Smith & Smith (2004), Schumacker et Váňa (2005) et Paton (1999).

3.7.5 La priorité du CEN Limousin étant d'installer les équipements hydrologiques le plus rapidement possible pour avoir une période d'observation la plus longue possible avant l'effacement de l'étang, les relevés ont été effectués les 7 et 8 avril 2018, à une date sub-optimale pour des relevés en tourbière, certaines espèces de plantes vasculaires n'étant pas développées. Les relevés ont donc été complétés par Sophie Catoir, Chargée de Missions au CEN Limousin, le 5 septembre 2018 (plantes vasculaires uniquement).

3.8 Nivellement

3.8.1 Les relevés topographiques ont été effectués au moyen d'un GPS différentiel de précision centimétrique (Geo 7X, Trimble) monté sur un pied et connecté au réseau VRS par téléphonie mobile. Les relevés ont été effectués dans le système WGS84 puis convertis au système de projection RGF93 Lambert93 et au système altitudinal NGF89 au moyen du logiciel Pathfinder (Trimble). La précision affichée par le GPS est estimée grâce à un algorithme prenant en compte la valeur DOP, le nombre de satellites disponibles et le type de récepteur.

3.8.2 Lors du nivellement des équipements de suivi hydrologique, un minimum de 20 mesures par instrument ont été effectuées puis moyennées. Une seule mesure a été effectuée pour les points de sondage à la tige.

3.8.3 Une borne de géomètre a également été installée à proximité du site et nivelée.

4. Résultats

4.1 Épaisseur du dépôt tourbeux

4.1.1 L'épaisseur du dépôt tourbeux est cartographiée sur la Figure 1, qui détaille également la localisation des sondages à la tige filetée et l'erreur standard de prédiction.

4.1.2 Le dépôt tourbeux est inégalement distribué au sein de la tourbière. Les épaisseurs les plus importantes (atteignant 4,3m) ont été mesurées dans la partie sud sud-est de la zone étudiée, qui correspond à un haut-marais dégradé. Ailleurs les épaisseurs sont beaucoup plus modestes, en particulier en queue d'étang et en rive droite.

4.2 Stratigraphie

4.2.1 Les profils stratigraphiques réalisés sont résumés de façon graphique sur la Figure 2, et l'ensemble des notes prises pendant la réalisation des sondages sont données en Annexe 1. La Figure 3 présente les photographies des matériaux extraits pendant les sondages.

4.2.2 Les dépôts sont hétérogènes. En rive droite en queue d'étang (sondage n°1), la surface topographique correspond à un radeau de quelques centimètres d'épaisseur flottant sur une lame d'eau libre, sous laquelle on trouve un dépôt tourbeux d'une trentaine de cm au-dessus des formations minérales. Au niveau du sondage n°2, les dépôts organiques recouvrent une épaisseur relativement importante de dépôts alluvionnaires, avec la présence de sables très humides probablement connectés hydrologiquement au ruisseau et à l'étang.

4.2.3 Le sondage 4 témoigne d'une profonde altération de cette partie de la tourbière en contrebas de la route, une importante épaisseur de tourbe étant recouverte par 40cm de dépôts minéraux résultant probablement d'un remblaiement de la périphérie de la zone humide lors de la construction de la route.

4.2.4 Au niveau des sondages 2, 5, 6, 10, la tourbière est active, avec un fort recouvrement des sphaignes et une épaisseur importante de tourbe peu décomposée en surface, cette dernière constituant un acrotelme fonctionnel au sens pédologique du terme (van der Schaaf, 2002).

4.2.5 Au niveau des sondages 8 et 9, par contre, les sondages ont révélé la présence en surface d'une tourbe très oxydée, grumeleuse, dans laquelle l'activité biologique est importante, avec présence de vers de terre. Cette tourbe altérée repose sur des dépôts tourbeux de grande épaisseur, ce qui démontre que l'oxydation en surface et l'arrêt de la turfigenèse sont des phénomènes récents à l'échelle du développement de la tourbière. Contrairement à la situation générale dans les tourbières actives intactes, le degré d'humification diminue ici avec la profondeur. L'indice de Von Post minimum est localisé vers 1,3m sous la surface, ce qui suggère que l'altération de la tourbe se produit jusqu'à cette profondeur au moins. Il est probable que les fossés de drainage présents à proximité du sondage 9 soient en partie responsable de cette dégradation ; toutefois les observations réalisées pendant les sondages à la tige montrent que les sphaignes ont un recouvrement faible ou nul sur l'ensemble du

bombement, en dehors des fossés de drainage et de la zone de transition le long de l'étang. Il est donc probable que d'autres facteurs soient à l'œuvre.

4.2.6 Le sondage 7 se situe au milieu d'une petite fosse de tourbage quasiment intégralement comblée, et comprend entre 40 et 63cm de profondeur un horizon très lâche, quasiment liquide et très humifié, surmonté d'une tourbe plus compacte d'abord fibrique puis plus humifiée vers la surface. L'ensemble correspond probablement à la phase finale de la fermeture de la fosse par un radeau.

4.3 Équipements de suivi hydrologique

4.3.1 La Figure 4 donne l'emplacement des piézomètres et échelles limnimétriques installés. Leurs coordonnées géographiques précises et leur altitude (extrémité supérieure bouchon non compris pour les piézomètres, marque 100cm pour les échelles limnimétriques) sont détaillées en Annexe 2. La Figure 6 inclue une photographie d'un des piézomètres installés avec sa plaque de suivi du niveau du sol, ainsi qu'une photographie de l'échelle limnimétrique installée au niveau du déversoir.

4.4 Placettes de suivi de la végétation

4.4.1 La Figure 5 donne l'emplacement de chaque placette de suivi de la végétation, avec les indications nécessaires pour la relocaliser à partir du piézomètre correspondant. L'ensemble des coordonnées géographiques des coins des placettes est donné en Annexe 3.

4.4.2 Les relevés effectués au sein des placettes sont donnés en Annexe 4.

5. Bibliographie

Blot, V., Daviaud, V., 2011. Plan de gestion 2011-2015 - Tourbière de Rebière-Nègre et lande du Gué, Peyrelevade, 19. Conservatoire Régional des Espaces Naturels du Limousin, Saint-Gence, France.

Cuevas, J., Calvo, M., Little, C., Pino, M., Dassori, P., 2010. Are diurnal fluctuations in streamflow real? J. Hydrol. Hydromech. 58, 149–162. https://doi.org/10.2478/v10098-010-0014-0

Duranel, A.J., 2015. Hydrology and hydrological modelling of acidic mires in central France (PhD thesis). University College London, London, UK.

Eggelsmann, R., Heathwaite, A.L., Grosse-Brauckmann, G., Kuster, E., Naucke, W., Schuch, M., Schweickle, V., 1993. Physical processes and properties of mires, in: Heathwaite, A.L., Göttlich, K. (Eds.), Mires: Process, Exploitation, and Conservation. Wiley, Chichester, UK, pp. 171–262.

Goubet, P., not dated. Les sphaignes dans leur milieu - systématique et écologie des sphaignes de France. Herbiers Universitaires de Clermont-Ferrand, Clermont-Ferrand, France.

Hobbs, N.B., 1986. Mire morphology and the properties and behaviour of some British and foreign peats. Q. J. Eng. Geol. Hydrogeol. 19, 7–80. https://doi.org/10.1144/GSL.QJEG.1986.019.01.02

McCune, B., Grace, J.B., Urban, D.L., 2002. Analysis of ecological communities. MjM Software Design, Gleneden Beach, Oregon.

Paton, J.A., 1999. The liverwort flora of the British Isles. Harley Books, Colchester, UK.

Schumacker, R., Váňa, J., 2005. Identification keys to the liverworts and hornworts of Europe and Macaronesia, 2nd ed. Sorus, Poznan, Poland.

Smith, A.J.E., 1991. The liverworts of Britain and Ireland. Cambridge University Press, Cambridge, UK.

Smith, A.J.E., Smith, R., 2004. The moss flora of Britain and Ireland, 2nd ed. Cambridge University Press, Cambridge, UK.

Whittington, P.N., Price, J.S., 2006. The effects of water table draw-down (as a surrogate for climate change) on the hydrology of a fen peatland, Canada. Hydrol. Process. 20, 3589-3600.

Annexe 1. Description des profils stratigraphiques

sondage	profondeur (cm)	description	indice de Von Post
1	0-8	mat racinaire de C. rostrata, beige foncé.	2
	8-38	eau	NA
	38-60	tourbe mésique, brun foncé, racines présentes, matrice bien décomposée	5-6
	60-70	tourbe saprique mélangée de limons	8
	70-80	alluvions graveleuses	NA
	80-95	alluvions sableuses avec limons organiques	NA
2	0-5	sphaignes vivantes	NA
	5-13	tourbe fibrique blonde à sphaignes	1-2
	13-19	tourbe brun clair, nombreuses racines	4
	19-25	tourbe brun foncé	6
	25-35	tourbe noire, présence de micas	7
	35-40	tourbe saprique, noire, d'apparence brûlée, quelques racines présentes	8
	40-60	alluvions argilo-limoneuses, marron, quelques graviers et sables, quelques racines présentes	NA
	60-100	alluvions sablo-limoneuses gléifiées, grises sans traces d'oxydation, quelques racines présentes.	NA
	100-110	sables grossiers, beige-gris clair, très humides et froids	NA
3	0-1	mat racinaire d'A. canina	NA
	1-24	KTH: tourbe noire, aspect laminé, sec, grumeleux, avec quelques racines dans une matrice complètement décomposée. VP difficile car matériel trop sec.	6
	24-45	tourbe brun foncé, nombreux restes herbacés et quelques bois	6-7
	45-60	idem, plus clair	7
	60-80	tourbe brune	8

sondage	profondeur (cm)	description	indice de Von Post
	80-108	tourbe brun-noir, avec lits plus sombres, nombreux restes de bois (bouleau)	9
	108-118	tourbe noire, très décomposée, pas de restes identifiables de texture savonneuse. Présence de quelques micas.	10
	118-120	mélange de sables et de limons organiques gris très foncé	NA
	120	blocage tarière	NA
4	0-0.5	mas racinaire	NA
	0.5-12	horizon sablo-limoneux, plus ou moins organique, avec nombreux micas et sables fins, de couleur marron foncé. Présence de racines de jonc.	NA
	12-15	horizon sablo-graveleux avec morceaux de granite fraîchement cassés; probablement issus des matériaux utilisés pour remblayer la périphérie de la tourbière lors de la construction de la route	NA
	15-39	horizon sablo-limoneux, organique, brun, avec présence de racines	NA
	39-66	tourbe noire très décomposée, VP difficile car matériel assez sec	10
	66-120	tourbe brune, nombreux restes de bois (bouleau) et racines.	6
	120-140	idem	7
	140-167	tourbe noire, très décomposée, peu de restes végétaux à part quelques racines	9
	167-175	alternances de couches de tourbe noire de texture savonneuse sans restes végétaux et d'horizons organo-minéraux plus gris	NA
	175-180	horizon organo-minéral argilo-limoneux, gris très foncé	NA
5	0-5	sphaignes vivantes	NA
	5-18	tourbe blonde à sphaignes	2
	18-60	tourbe marron clair, nombreuses racines, bois. VP2 évoluant vers VP3 vers 60cm.	2
	60-76	tourbe marron foncé, nombreuses racines	5

sondage	profondeur (cm)	description	indice de Von Post
	76-80	tourbe noire, très décomposée, avec présence de racines probablement postérieures au dépôt. Pas assez de matière pour VP.	NA
	80-120	tourbe bordeaux foncé, avec de nombreuses fibres (note: photo prise après qu'un test de Von Post ait été réalisé sur une partie de la carotte)	6
	120-143	tourbe bordeaux, avec de nombreuses fibres	6
	143-180	tourbe bordeaux très foncé, quelques racines d'herbacées, matrice très décomposée	8
6	0-5	sphaignes vivantes	NA
	5-28	tourbe fibrique beige foncé	3
	28-40	tourbe fibrique beige, nombreuses racines d'herbacées	2
	40-54	tourbe brune	5
	54-60	tourbe brun très foncé	6
	60-73	tourbe brun très foncé, sèche (KTH), VP difficile, supérieur ou égal à 8	8
	73-120	tourbe bordeaux foncé, nombreuses fibres	6
	120-155	idem	6
	155-170	tourbe brun-bordeaux très foncé	8
	170	blocage carottier	NA
7	0-12	tourbe brune, nombreuses racines	5
	12-23	tourbe brun très foncé, compacte, assez sèche (KTH?)	7
	23-40	tourbe brun noir, assez compacte, nombreuses fibres et racines	4
	40-63	tourbe noire très humide, lâche, peu compacte	8
	63-120	tourbe bordeaux foncé, très humide, nombreuses fibres, VP5 évoluant vers VP6 en profondeur	5
	120-180	tourbe bordeaux foncé, humide, nombreuses fibres	6
8	0-3	bryophytes vivants	NA

sondage	profondeur (cm)	description	indice de Von Post
	3-7	tourbe oxydée, grumeleuse, noire, sèche. VP impossible.	NA
	7-38	tourbe noire, compacte, sèche, un peu grumeleuse, quelques racines herbacées	8
	38-65	tourbe noire, compacte, très peu de fibres identifiables	9
	65-72	amas de fibres d'Eriophorum vaginatum	5
	72-94	tourbe bordeaux-noir, riche en fibres mais matrice très décomposée	8
	94-129	tourbe bordeaux foncé, très riche en fibres	6
	129-140	amas de fibres d'Eriophorum vaginatum	5
	140-158	tourbe bordeaux foncé, riches en fibres	6
	158-180	tourbe bordeaux-noir, décomposée mais avec encore de nombreuses fibres résiduelles	8
9	0-3	amas racinaire	NA
	3-5	tourbe oxydée, grumeleuse, noire, sèche. VP impossible.	NA
	5-44	tourbe noire, compacte, sèche, un peu grumeleuse. VP difficile, supérieur ou égal à 8.	8
	44-60	tourbe noire, humide, présence de quelques racines	9
	60-73	tourbe bordeaux-noir, avec amas de fibre d'E. vaginatum à 60cm,	8
	73-133	tourbe bordeaux foncé, riche en fibres, VP6 évoluant vers VP7 en profondeur	6-7
	133-180	tourbe bordeaux, riche en fibres, humide, avec quelques lits plus décomposés (VP8 environ) de quelques cm d'épaisseurs	5
10	0-8	tourbe fibrique blonde à sphaignes	1
	8-14	tourbe brune avec de nombreuses racines	4
	14-22	amas de fibres d'Eriophorum vaginatum	5
	22-46	tourbe brun-noir avec quelques racines	7
	46-60	tourbe brun noir, nombreuses fibres encore identifiables (sphaignes)	6-7

sondage	profondeur (cm)	description	indice de Von Post
	60-78	tourbe bordeaux foncé, nombreuses fibres	5
	78-90	tourbe bordeaux-noir, peu de fibres (bas du carottier à 90cm sur la photo)	8
	90-116	tourbe brun-noir, compacte, nombreux restes de bouleau	8
	116-135	sables avec matrice organique	NA
	135-182	arène granitique en place, gléifiée	NA

Annexe 2. Localisation des équipements installés

code	point de mesure	méthode nivellement	X (m RGF 1993 Lambert-93)	Y (m RGF 1993 Lambert-93)	Précision horizontale (m)	Altitude (m NGF69)	Précision verticale (m)
borne géomètre	sommet du pieu d'ancrage	Geo 7X (Centimeter)	625156.925	6511484.480	0.014	758.995	0.034
échelle limnimétrique déversoir	sommet échelle (marque 100cm)	Geo 7X (Centimeter)	625252.843	6511578.390	0.018	755.761	0.024
échelle limnimétrique fosse	sommet échelle (marque 100cm)	Geo 7X (Centimeter)	625524.161	6511275.463	0.043	756.110	0.077
piézo 1	sommet piézomètre sans bouchon	Geo 7X (Centimeter)	625652.073	6511719.826	0.015	755.831	0.019
piézo 2	sommet piézomètre sans bouchon	Geo 7X (Centimeter)	625733.030	6511656.661	0.015	756.509	0.020
piézo 3	sommet piézomètre sans bouchon	Geo 7X (Centimeter)	625794.636	6511603.129	0.015	757.710	0.020
piézo 4	sommet piézomètre sans bouchon	Geo 7X (Centimeter)	625867.844	6511515.450	0.015	759.495	0.022
piézo 5	sommet piézomètre sans bouchon	Geo 7X (Centimeter)	625483.900	6511414.562	0.017	755.772	0.018

code	point de mesure	méthode nivellement	X (m RGF 1993 Lambert-93)	Y (m RGF 1993 Lambert-93)	Précision horizontale (m)	Altitude (m NGF69)	Précision verticale (m)
piézo 6	sommet piézomètre sans bouchon	Geo 7X (Centimeter)	625495.768	6511408.687	0.013	755.874	0.022
piézo 7	sommet piézomètre sans bouchon	Geo 7X (Centimeter)	625534.159	6511391.777	0.016	756.756	0.022
piézo 8	sommet piézomètre sans bouchon	Geo 7X (Centimeter)	625591.824	6511362.649	0.015	757.889	0.019
piézo 9	sommet piézomètre sans bouchon	Geo 7X (Centimeter)	625610.979	6511350.894	0.014	757.943	0.024
piézo 10	sommet piézomètre sans bouchon	Geo 7X (Centimeter)	625574.317	6511542.497	0.015	755.841	0.019

Annexe 3. Localisation des placettes de suivi de la végétation

placette	coin	orientation	méthode	X (RGF93 Lambert 93)	Y (RGF93 Lambert 93)	précision horizontale	altitude (NGF69)	précision verticale
1	centre placette 4m2	central	estimé par calcul du centroïde des 4 côtés	625654.389	6511718.894			
1	coin placette 1m2	sw	Geo 7X (Centimeter)	625653.325	6511717.933	0.015	755.323	0.019
1	coin placette 4m2	ne	Geo 7X (Centimeter)	625655.452	6511719.848	0.014	755.432	0.019
1	coin placette 4m2	nw	Geo 7X (Centimeter)	625653.426	6511719.949	0.015	755.331	0.019
1	coin placette 4m2	se	Geo 7X (Centimeter)	625655.352	6511717.846	0.015	755.371	0.019
2	centre placette 4m2	central	Geo 7X (Centimeter)	625735.559	6511657.894	0.015	756.033	0.020
2	coin placette 1m2	sw	Geo 7X (Centimeter)	625734.541	6511656.981	0.015	756.099	0.020
2	coin placette 4m2	ne	Geo 7X (Centimeter)	625736.700	6511658.942	0.015	756.010	0.020
2	coin placette 4m2	nw	Geo 7X (Centimeter)	625734.635	6511658.994	0.015	755.958	0.020

placette	coin	orientation	méthode	X (RGF93 Lambert 93)	Y (RGF93 Lambert 93)	précision horizontale	altitude (NGF69)	précision verticale
2	coin placette 4m2	se	Geo 7X (Centimeter)	625736.557	6511656.904	0.015	756.035	0.020
3	centre placette 4m2	central	Geo 7X (Centimeter)	625792.368	6511602.654	0.014	757.413	0.020
3	coin placette 1m2	ne	Geo 7X (Centimeter)	625793.556	6511603.327	0.015	757.385	0.020
3	coin placette 4m2	nw	Geo 7X (Centimeter)	625791.607	6511603.850	0.014	757.418	0.020
3	coin placette 4m2	se	Geo 7X (Centimeter)	625793.022	6511601.369	0.014	757.483	0.020
3	coin placette 4m2	sw	Geo 7X (Centimeter)	625791.079	6511601.899	0.014	757.461	0.020
4	centre placette 4m2	central	Geo 7X (Centimeter)	625866.532	6511513.609	0.015	759.126	0.022
4	coin placette 1m2	nw	Geo 7X (Centimeter)	625865.819	6511514.768	0.015	759.182	0.022
4	coin placette 4m2	ne	Geo 7X (Centimeter)	625867.764	6511514.323	0.016	759.236	0.025
4	coin placette 4m2	se	Geo 7X (Centimeter)	625867.368	6511512.378	0.015	759.157	0.022

placette	coin	orientation	méthode	X (RGF93 Lambert 93)	Y (RGF93 Lambert 93)	précision horizontale	altitude (NGF69)	précision verticale
4	coin placette 4m2	sw	Geo 7X (Centimeter)	625865.387	6511512.851	0.015	759.176	0.023
5	centre placette 4m2	central	Geo 7X (Centimeter)	625482.857	6511412.431	0.017	755.433	0.018
5	coin placette 1m2	nw	Geo 7X (Centimeter)	625482.050	6511413.562	0.017	755.407	0.018
5	coin placette 4m2	ne	Geo 7X (Centimeter)	625484.006	6511413.225	0.017	755.474	0.019
5	coin placette 4m2	se	Geo 7X (Centimeter)	625483.713	6511411.220	0.017	755.515	0.019
5	coin placette 4m2	sw	Geo 7X (Centimeter)	625481.731	6511411.595	0.017	755.443	0.019
6	centre placette 4m2	central	Geo 7X (Centimeter)	625497.120	6511411.082	0.013	755.549	0.022
6	coin placette 1m2	se	Geo 7X (Centimeter)	625498.147	6511410.077	0.013	755.494	0.022
6	coin placette 4m2	ne	Geo 7X (Centimeter)	625498.125	6511412.074	0.013	755.670	0.022
6	coin placette 4m2	nw	Geo 7X (Centimeter)	625496.127	6511412.037	0.013	755.603	0.021

placette	coin	orientation	méthode	X (RGF93 Lambert 93)	Y (RGF93 Lambert 93)	précision horizontale	altitude (NGF69)	précision verticale
6	coin placette 4m2	sw	Geo 7X (Centimeter)	625496.166	6511410.033	0.013	755.667	0.021
7	centre placette 4m2	central	Geo 7X (Centimeter)	625534.435	6511394.109	0.013	756.511	0.020
7	coin placette 1m2	sw	Geo 7X (Centimeter)	625533.507	6511393.112	0.013	756.410	0.020
7	coin placette 4m2	ne	Geo 7X (Centimeter)	625535.451	6511395.124	0.014	756.470	0.022
7	coin placette 4m2	nw	Geo 7X (Centimeter)	625533.463	6511395.128	0.013	756.462	0.021
7	coin placette 4m2	se	Geo 7X (Centimeter)	625535.519	6511393.120	0.014	756.369	0.022
8	centre placette 4m2	central	Geo 7X (Centimeter)	625594.269	6511364.109	0.018	757.595	0.023
8	coin placette 1m2	sw	Geo 7X (Centimeter)	625593.325	6511363.099	0.019	757.626	0.025
8	coin placette 4m2	ne	Geo 7X (Centimeter)	625595.234	6511365.198	0.016	757.687	0.022
8	coin placette 4m2	nw	Geo 7X (Centimeter)	625593.236	6511365.109	0.016	757.634	0.021

placette	coin	orientation	méthode	X (RGF93 Lambert 93)	Y (RGF93 Lambert 93)	précision horizontale	altitude (NGF69)	précision verticale
8	coin placette 4m2	se	Geo 7X (Centimeter)	625595.320	6511363.210	0.017	757.576	0.022
9	centre placette 4m2	central	Geo 7X (Centimeter)	625608.411	6511350.519	0.014	757.677	0.021
9	coin placette 1m2	ne	Geo 7X (Centimeter)	625609.316	6511351.603	0.014	757.667	0.021
9	coin placette 4m2	nw	Geo 7X (Centimeter)	625607.312	6511351.459	0.014	757.633	0.021
9	coin placette 4m2	se	Geo 7X (Centimeter)	625609.476	6511349.624	0.014	757.632	0.020
9	coin placette 4m2	sw	Geo 7X (Centimeter)	625607.460	6511349.473	0.014	757.653	0.021
10	centre placette 4m2	central	Geo 7X (Centimeter)	625576.269	6511545.277	0.015	755.554	0.020
10	coin placette 1m2	s	Geo 7X (Centimeter)	625575.913	6511543.979	0.015	755.551	0.020
10	coin placette 4m2	e	Geo 7X (Centimeter)	625577.625	6511544.961	0.016	755.513	0.020
10	coin placette 4m2	n	Geo 7X (Centimeter)	625576.552	6511546.659	0.016	755.541	0.020

placette	coin	orientation	méthode	X (RGF93 Lambert 93)	Y (RGF93 Lambert 93)	précision horizontale	altitude (NGF69)	précision verticale
10	coin placette 4m2	w	Geo 7X (Centimeter)	625574.829	6511545.691	0.015	755.543	0.020

Annexe 4. Relevés de végétation

Le tableau ci-dessous présente le résultat des relevés de végétation. Dans la placette de 4m², l'abondance / dominance a été déterminée sur l'ensemble de la placette (y compris la sous-placette de 1m²) ; par contre la présence / absence est donnée pour à l'exclusion de la sous-placette de 1m². Les bryophytes n'ont été relevés qu'en avril 2018.

	Relevés effectués les 7 & 8 avril 2018 (Arnaud Duranel)				Relevés effectués le 5 septembre 2018 (Sophie Catoir, CEN Limousin)			
	Abundance / Dominance (1m²)	Presence / Absence (1m²)	Abundance / Dominance (4m²)²	Presence / absence (3m²)	Abundance / Dominance (1m²)	Presence / Absence (1m²)	Abundance / Dominance (4m²)²	Presence / absence (3m²)
Placette n° 9								
Sol nu	1		1					
Bryophytes	4		5					
Plantes vasculaires	3		5					
Calluna vulgaris	2	1	3	1	3	1	4	1
Campylopus introflexus	1	1	2	1				
Dicranum scoparium	r	1	+	0				
Erica tetralix	1	1	1	1	1	1	2	1
Eriophorum vaginatum	0	0	r	1	0	0	r	1
Hypnum cf. jutlandicum	4	1	5	1				
Leucobryum glaucum	0	0	r	1				
Molinia caerulea	1	1	2	1	2	1	3	1
Pleurozium schreberi	+	1	1	1				
Placette n° : 8								
Sol nu	0		1					

	Relevés effectués les 7 & 8 avril 2018 (Arnaud Duranel)				Relevés effectués le 5 septembre 2018 (Sophie Catoir, CEN Limousin)			
	Abundance / Dominance (1m²)	Presence / Absence (1m²)	Abundance / Dominance (4m²)²	Presence / absence (3m²)	Abundance / Dominance (1m²)	Presence / Absence (1m²)	Abundance / Dominance (4m²)²	Presence / absence (3m²)
Bryophytes	4		3					
Plantes vasculaires	4		5					
Calluna vulgaris	3	1	4	1	3	1	4	1
Campylopus introflexus	+	1	+	1				
Dicranum scoparium	0	0	r	1				
Erica tetralix	1	1	1	1	1	1	1	1
Eriophorum vaginatum	+	1	+	1	+	1	1	1
Hypnum cf. jutlandicum	4	1	3	1				
Molinia caerulea	1	1	1	1	2	1	2	1
Pleurozium schreberi	+	1	1	1				
Sphagnum fallax	r	1	r	1				
Placette n° : 7								
Sol nu	+		r					
Bryophytes	4		4					
Plantes vasculaires	5		5					
Calluna vulgaris	3	1	2	1	2	1	3	1
Campylopus introflexus	0	0	r	1				
Cephalozia connivens	+	1	+	1				

	Relevés effectués les 7 & 8 avril 2018 (Arnaud Duranel)				Relevés effectués le 5 septembre 2018 (Sophie Catoir, CEN Limousin)			
	Abundance / Dominance (1m²)	Presence / Absence (1m²)	Abundance / Dominance (4m²)²	Presence / absence (3m²)	Abundance / Dominance (1m²)	Presence / Absence (1m²)	Abundance / Dominance (4m²)²	Presence / absence (3m²)
Dicranella heteromalla	r	1	r	0				
Erica tetralix	2	1	3	1	3	1	3	1
Eriophorum vaginatum	1	1	2	1	1	1	2	1
Hypnum cf. jutlandicum	4	1	3	1				
Leucobryum glaucum	1	1	1	1				
Molinia caerulea	2	1	2	1	2	1	2	1
Odontoschisma sphagni	+	1	+	1				
Pleurozium schreberi	2	1	2	1				
Placette n° : 6								
Sol nu	0		0					
Bryophytes	5		6					
Plantes vasculaires	3		3					
Aulacomnium palustre	+	1	r	0				
Calluna vulgaris	1	1	1	1	2	1	1	1
Eriophorum vaginatum	3	1	3	1	3	1	4	1
Polytrichum commune	2	1	3	1				
Polytrichum strictum	0	0	2	1				
Sphagnum fallax	3	1	4	1				
Sphagnum papillosum	+	1	+	1				

	Relevés effectués les 7 & 8 avril 2018 (Arnaud Duranel)				Relevés effectués le 5 septembre 2018 (Sophie Catoir, CEN Limousin)			
	Abundance / Dominance (1m²)	Presence / Absence (1m²)	Abundance / Dominance (4m²)²	Presence / absence (3m²)	Abundance / Dominance (1m²)	Presence / Absence (1m²)	Abundance / Dominance (4m²)²	Presence / absence (3m²)
Sphagnum rubellum	3	1	2	1				
Vaccinium oxycoccos	+	1	1	1	+	1	1	1
Molinia caerulea					+	1	1	1
Betula pubescens					0	0	i	1
Placette n° : 5								
Sol nu	0		0					
Bryophytes	6		6					
Plantes vasculaires	3		4					
Carex rostrata	2	1	2	1	2	1	2	1
Cephalozia connivens	0	0	r	1				
Eriophorum vaginatum	2	1	3	1	2	1	3	1
Polytrichum commune	r	1	2	1				
Sphagnum cuspidatum	2	1	1	1				
Sphagnum fallax	5	1	5	1				
Straminergon stramineum	0	0	+	1				
Vaccinium oxycoccos	0	0	+	1	0	0	+	1
Molinia caerulea					1	1	2	1
Placette n° : 10								

	Relevés effectués les 7 & 8 avril 2018 (Arnaud Duranel)				Relevés effectués le 5 septembre 2018 (Sophie Catoir, CEN Limousin)			
	Abundance / Dominance (1m²)	Presence / Absence (1m²)	Abundance / Dominance (4m²)²	Presence / absence (3m²)	Abundance / Dominance (1m²)	Presence / Absence (1m²)	Abundance / Dominance (4m²)²	Presence / absence (3m²)
Sol nu	0		0					
Bryophytes	5		5					
Plantes vasculaires	4		4					
Aulacomnium palustre	2	1	1	1				
Calluna vulgaris	r	1	r	1	r	1	r	1
Eriophorum vaginatum	4	1	4	1	4	1	4	1
Festuca sp.	r	1	r	1	r	1	r	1
Hypnum cf. jutlandicum	r	1	r	0				
Molinia caerulea	2	1	2	1	2	1	2	1
Pleurozium schreberi	+	1	+	1				
Polytrichum commune	0	0	r	1				
Sphagnum fallax	4	1	5	1				
Sphagnum rubellum	+	1	+	1				
Placette n° : 2								
Sol nu	r		r					
Bryophytes	5		5					
Plantes vasculaires	3		3					
Aulacomnium palustre	1	1	1	1				

	Relevés effectués les 7 & 8 avril 2018 (Arnaud Duranel)				Relevés effectués le 5 septembre 2018 (Sophie Catoir, CEN Limousin)			
	Abundance / Dominance (1m²)	Presence / Absence (1m²)	Abundance / Dominance (4m²)²	Presence / absence (3m²)	Abundance / Dominance (1m²)	Presence / Absence (1m²)	Abundance / Dominance (4m²)²	Presence / absence (3m²)
Calluna vulgaris	1	1	1	1	2	1	1	1
Cephalozia connivens	+	1	+	1				
Cephalozia sp.	0	0	+	1				
Chiloscyphus coadunatus v. rivularis	r	1	r	0				
Dicranum bonjeanii	+	1	+	1				
Eriophorum vaginatum	2	1	3	1	2	1	3	1
Festuca sp.	0	0	r	1	0	0	r	1
Hypnum cf. jutlandicum	r	1	+	1				
Molinia caerulea	1	1	1	1	1	1	1	1
Pleurozium schreberi	1	1	1	1				
Polytrichum commune	0	0	1	1				
Polytrichum strictum	1	1	1	1				
Sphagnum fallax	5	1	5	1				
Sphagnum rubellum	1	1	1	1				
Betula pubescens					r	1	r	1
Placette n° : 3								
Sol nu	r		+					
Bryophytes	2		2					
Plantes vasculaires	5		5					

	Relevés effectués les 7 & 8 avril 2018 (Arnaud Duranel)				Relevés effectués le 5 septembre 2018 (Sophie Catoir, CEN Limousin)			
	Abundance / Dominance (1m²)	Presence / Absence (1m²)	Abundance / Dominance (4m²)²	Presence / absence (3m²)	Abundance / Dominance (1m²)	Presence / Absence (1m²)	Abundance / Dominance (4m²)²	Presence / absence (3m²)
Agrostis cf. canina	3	1	3	1	3	1	3	1
Aulacomnium palustre	r	1	+	1				
Campylopus introflexus	r	1	+	1				
Dicranum bonjeanii	+	1	+	1				
Dicranum scoparium	0	0	+	1				
Galium saxatile	+	1	+	0	+	1	+	1
Hypnum cf. jutlandicum	2	1	2	1				
Juncus effusus	4	1	5	1	4	1	4	1
Kindbergia praelonga	r	1	r	0				
Luzula sp.	r	1	r	0	r	1	r	0
Metzgeria furcata	r	1	r	0				
Pleurozium schreberi	r	1	r	1				
Potentilla erecta	0	0	i	1	0	0	i	1
Molinia caerulea					2	1	2	1
Placette n° : 1								
Sol nu	3		3					
Bryophytes	1		2					
Plantes vasculaires	4		4					
Agrostis cf. canina	0	0	r	1	0	0	r	1

	Relevés effectués les 7 & 8 avril 2018 (Arnaud Duranel)				Relevés effectués le 5 septembre 2018 (Sophie Catoir, CEN Limousin)			
	Abundance / Dominance (1m²)	Presence / Absence (1m²)	Abundance / Dominance (4m²)²	Presence / absence (3m²)	Abundance / Dominance (1m²)	Presence / Absence (1m²)	Abundance / Dominance (4m²)²	Presence / absence (3m²)
Cardamine pratensis	0	0	+	1	0	0	+	1
Carex rostrata	4	1	4	1	4	1	4	1
Chiloscyphus pallescens	1	1	1	1				
Epilobium cf. palustre	r	1	+	1	r	1	+	1
Galium palustre	r	1	r	1	r	1	r	1
Sphagnum fallax	0	0	2	1				
Comarum palustre					2	1	3	1
Lysimachia vulgaris					1	1	2	1
Placette n° : 4								
Sol nu	0		0					
Bryophytes	2		3					
Plantes vasculaires	6		6					
Brachythecium rutabulum	1	1	2	1				
Calliergonella cuspidata	0	0	1	1				
Juncus effusus	6	1	6	1	6	1	6	1
Kindbergia praelonga	2	1	2	1				
Rumex acetosa	1	1	2	1	1	1	2	1
Scleropodium purum	+	1	+	1				
Viola palustris					r	1	r	1

	Relevés effectués les 7 & 8 avril 2018 (Arnaud Duranel)				Relevés effectués le 5 septembre 2018 (Sophie Catoir, CEN Limousin)			
	Abundance / Dominance (1m²)	Presence / Absence (1m²)	Abundance / Dominance (4m²)²	Presence / absence (3m²)	Abundance / Dominance (1m²)	Presence / Absence (1m²)	Abundance / Dominance (4m²)²	Presence / absence (3m²)
Angelica sylvestris					r	1	r	1