

# Fidélité des mâles de Bécasse des bois *Scolopax rusticola* à leur site de reproduction

**Blaise MULHAUSER & Jean-Lou ZIMMERMANN**

Muséum d'histoire naturelle, Neuchâtel  
Terreaux 14  
CH-2000 Neuchâtel, Suisse  
E-mail : blaise.mulhauser@unine.ch  
Tel. : ++ 41-(0)32-7177965  
Fax : ++ 41-(0)32-7177969



## Abstract

Taking a census of the woodcock population during the breeding season is a recurrent problem. Indeed, how to count birds during their displaying flight when the birdwatcher stays in a fixed point? The key to this problem is the individualization of Woodcock males by characteristics of their songs. From 2002 to 2008, thousands sonagrams have been recorded in one roding area in the Jura Mountains in order to determine the best way of individualization. To test it, a second roding area has been investigated from 2006 to 2008 and a radio-tagging study of three birds realized in 2005. One of this ringed male – nicknamed “Crocus” – has been recorded and photographed from 2005 to 2008 in the same roding area. Thanks to the stability of his song, we have identified this woodcock in 2004, one year before his capture.

Test of vocal stability over time have been based on 11 well-known woodcocks, one of whom is “Crocus”. This stability is excellent for the variable E (length of the sound « tsip » at 4,5 kHz: coefficient of variation (cv) < 5%) and good for two others (cv < 7%). A standardized method for individualization can be proposed. With this application we can observe the pluriannual fidelity of males to a roding area.

**Mots clés** : Bécasse des bois, *Scolopax rusticola*, individualisation, bioacoustique, aire de croule

**Keywords**: Eurasian Woodcock, *Scolopax rusticola*, individualization, bio-acoustics, roding area



## Introduction

La biologie de la Bécasse des bois *Scolopax rusticola* est encore méconnue sur bien des points, notamment par le fait que l'oiseau reste caché de l'observateur dans la plupart de ses activités de recherche de nourriture et de toilettage. Dès lors, rares sont les études focalisées sur le suivi d'individus. Dans bien des cas, il s'agit de suivis télémétriques ne durant que le temps d'une ou deux saisons dans les aires de reproduction (par ex. Ferrand, 1979; Hiron, 1983; Brügger & Estoppey, 2008) ou en zone d'hivernage (Duriez, 2003). Quelques faits nouveaux ont été établis sur la fidélité des bécasses aux sites d'hivernage grâce à la télémétrie classique (Duriez, 2003) et, plus récemment au suivi par satellite (CCB, 2005). Cependant, aucune de ces recherches n'a pu être menée à long terme sur les mêmes individus.

Grâce à l'utilisation de plusieurs méthodes – baguage, enregistrement des chants et photographie scientifique – nous avons conduit une étude de 8 ans sur les mâles de bécasse des bois utilisant la même aire de croule. L'enregistrement systématique des chants a permis d'individualiser les oiseaux (Mulhauser & Zimmermann, 2006; Mulhauser & Zimmermann, *in prep.*) et de les suivre sur plusieurs années dans leur zone de reproduction.

## Méthodes

### **Zone d'étude, stations d'enregistrement et échantillonnage**

La prise de données a été effectuée durant sept ans (2002-2008) dans une première station d'écoute (LS 1) d'une aire de croule (RA 1) située dans le Jura (point central 46°55' N, 6°28' E, canton de Neuchâtel, Suisse) dont la superficie moyenne est de 8 km<sup>2</sup> (taille variable d'une année à l'autre; Mulhauser, 2002). En 2005, nous avons complété l'échantillonnage avec deux autres stations d'enregistrement (LS 2 et LS 3) dans la même aire de croule (RA 1). Le point d'écoute LS 2 correspondait à la zone de capture des bécasses pour le suivi télémétrique (Figure 1).

En 2006, nous avons choisi une quatrième station d'enregistrement (LS 4) dans une seconde aire de croule (RA 2), afin de compléter les tests de variabilité des chants. Cette zone de reproduction des bécasses était localisée à la frontière franco-suisse (point central 46°47'30"N, 6°26'E) entre les villages de L'Auberson (canton de Vaud, Suisse) et de Jougne (département du Doubs, France). La superficie de cette zone de reproduction franco-suisse atteint elle aussi 8 km<sup>2</sup> (Mulhauser & Santiago, 2006).

La prise de sons s'est étalée durant toute la saison de reproduction (1er avril - 15 juillet) et majoritairement lors de la croule vespérale (> 95% des cas).

#### *Prises de sons*

Les mâles de bécasse des bois ont la particularité de chanter uniquement en vol. Cette activité vocale peut durer plus de 20 minutes pour chaque oiseau (Ferrand, 1989). Elle ne stoppe qu'à la nuit tombée. Les appels – une série de notes graves suivies d'un son aigu – sont enregistrés par un appareil numérique Nagra ARES-M couplé à un microphone super-cardioidale Sennheiser ME66 et un préamplificateur Sonosax SX-BD1. Pour l'ornithologue, il s'agit d'enregistrer tous les contacts sonores avec les bécasses qui survolent le point d'enregistrement. Dans le cadre de cette étude la limite de validation d'un contact avec un oiseau (au moins une séquence de chant enregistrée) n'est pas l'oreille humaine mais la sensibilité de l'enregistreur et du microphone. Les conditions météorologiques jouent évidemment un rôle; par temps venteux ou pluvieux, l'enregistrement sera perturbé. En cas d'orage, la croule stoppe.



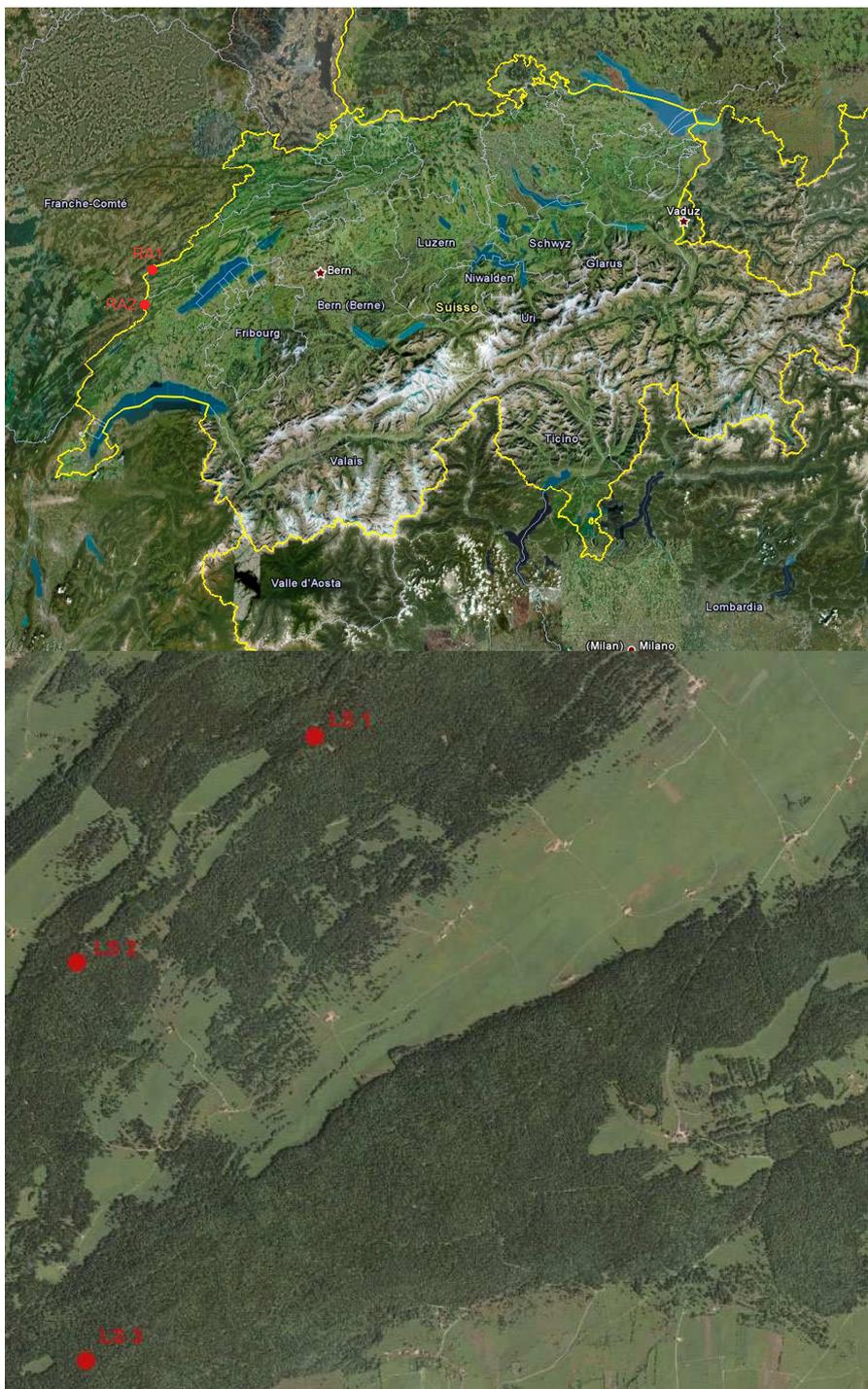


Figure 1 : Les deux aires de croule étudiées (RA 1 et RA 2) se situent dans la partie occidentale de la Suisse, à la frontière avec la France. L'image du bas présente les 3 stations d'enregistrement de l'aire de croule RA 1.  
Avec l'autorisation de Swisstopo (BA068173)

### Prises de vue

Nous avons complété les méthodes d'investigation par des séquences vidéos et des images fixes prises à l'aide d'un appareil photographique numérique équipé d'un téléobjectif et d'un flash type cobra (Figure 2) afin de mettre en évidence quelques spécialités individuelles des oiseaux ; bec tordu, doigt manquant, arrangement des rectrices, etc.





Figure 2 : Couplage de la prise photographique et de l'enregistrement sonore

### Analyse des sons

Les enregistrements sont analysés à l'aide du logiciel Batsound 3.0. Le chant entier du mâle est une série répétée de sons graves (appelés « Cro ») et d'un son aigu (appelés « Tsit »). La Figure 3 présente le sonagramme d'une séquence de cette croûle. Cinq variables sont mesurées. La première est le nombre de sons graves entre deux sons aigus ; les autres sont des mesures de durée exprimées en milliseconde [ms] :

Variable A : nombre d'éléments « Cro » de basse fréquence entre deux sons aigus [n]

Variable B : durée entre deux sons aigus « Cro » mesurée à 5 kHz. Cela correspond à la durée totale d'une séquence (silence + chant) [ms]

Variable C : durée du silence entre le son aigu « Tsit » et le premier son grave « Cro », mesurée à 5 kHz [ms]

Variable D : durée de l'émission de l'ensemble des notes graves « Cro », mesurée à 5 kHz [ms]

Variable E : durée de l'intervalle entre le début et la fin d'émission de la note aiguë « Tsit », mesurée à 4.5 kHz [ms]

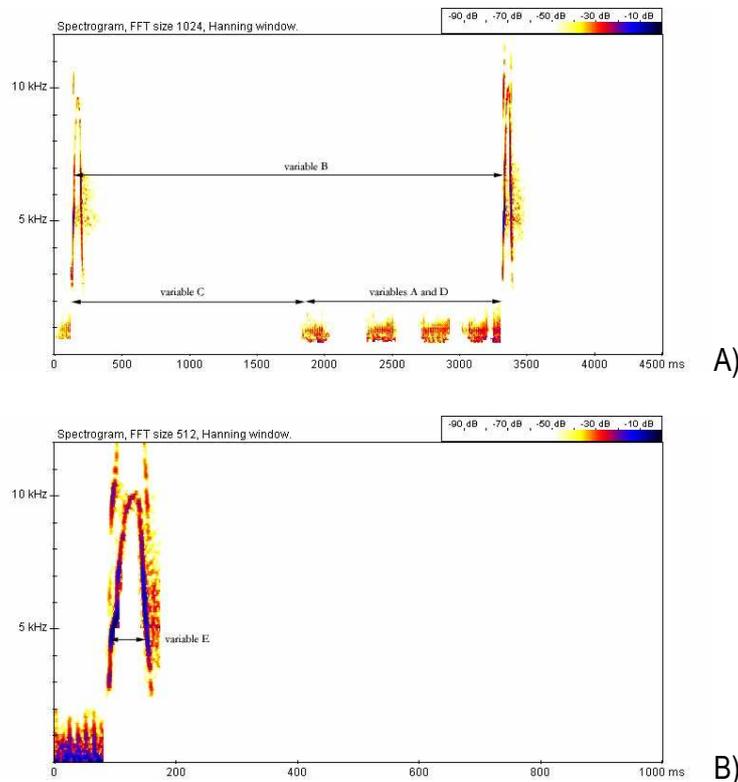


Figure 3 : Sonagramme du chant de la bécasse des bois. Variables utilisées pour l'analyse.

A) Strophe entière B) Son aigu « Tsit »

## Différenciation préalable des oiseaux suivis

### a) Oiseaux avec des détails morphologiques caractéristiques

La prise d'images photographiques d'un oiseau ayant une caractéristique physique évidente, permet de faire un suivi de son activité de croule durant une saison de reproduction. Un oiseau nommé *Geronimo* a ainsi pu être suivi grâce à une série de rémiges manquantes (Figure 4). Cette méthode n'est malheureusement applicable que le temps d'un trimestre, certaines bécasses commençant à muer vers fin juin. Cependant cette courte durée permet déjà d'obtenir plusieurs couplages images/sons d'un individu caractérisé et de mesurer ainsi la variabilité de son chant.



Figure 4 : « Geronimo » entre mai et juin 2006. Oiseau avec plusieurs rémiges manquantes. Le bec ouvert correspond au moment de l'émission du son aigu. Pour les sons graves, l'oiseau gonfle la poitrine et entrouvre à peine le bec.

Il arrive parfois que les particularités physiques d'un individu soient reconnaissables de manière permanente. C'est le cas de *Myosotis*, l'un des trois oiseaux capturés et bagués en 2005 (Figure 5).



Figure 5 : « Myosotis » en 2005. Vol « en chandelle » juste avant sa capture. On distingue un bec tordu court et épais, ainsi qu'un doigt manquant au pied droit. (voir Figure 9)

b) Oiseaux avec un chant très caractéristique, différenciable par l'oreille humaine

Dans d'autres cas, c'est la forte singularité du chant qui sert de trace identitaire de l'individu. La photographie ou la vidéo ne servent alors que de témoins visuels. Le cas de *Violette* est exemplaire. Cet oiseau émet un son aigu sans attaque franche ; ce qui se traduit par un son aspiré « hou itt » plutôt qu'un « tsit » (Figure 6). Cependant en 2005 cette bécasse se reconnaissait également grâce à l'absence d'une rémige primaire sur l'aile gauche et une rectrice plus courte (Figure 7).

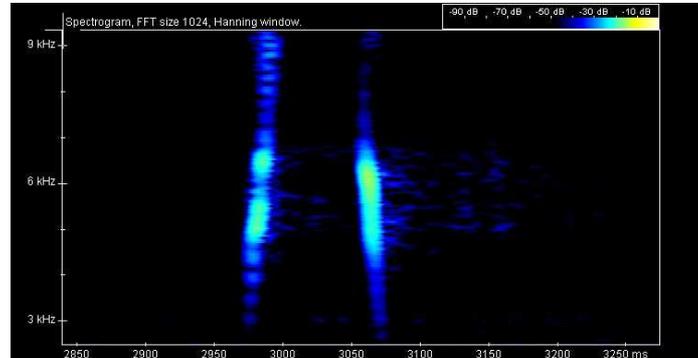


Figure 6 : Son aigu, caractéristique de « Violette ». Le sonagramme montre que le son se perd dans les aigus avant de redescendre. Il n'y a pas d'hyperbole comme dans la Figure 3. La trace sonore est inaudible pour l'oreille humaine un petit laps de temps ; l'ornithologue entend deux sons « Tsou it », plutôt qu'un « Tsit ».



Figure 7: « Violette » en 2005 ; bécasse avec une rémige manquant à l'aile gauche et une rectrice plus courte (sous la patte droite)

c) Oiseaux bagués

Le cas idéal est celui d'un oiseau différencié par une marque permanente. La bague en aluminium est idéale car lors d'une prise photographique avec flash, elle se reflète bien (Figure 8). En 2005, pour s'assurer de la stabilité des chants individuels, trois bécasses ont été capturées, baguées et munies d'un émetteur Biotrack (Figure 9). Il faut toutefois signaler que la condition *sine qua non* pour suivre ces oiseaux bagués est d'avoir pu enregistrer leur chant au moment de la capture.





Figure 8 : Bécasse baguée en vol. Grâce à l'utilisation du flash la bague est très visible, tout comme les marques blanches des rectrices qui forment un « code couleur » de l'oiseau durant quelques mois.

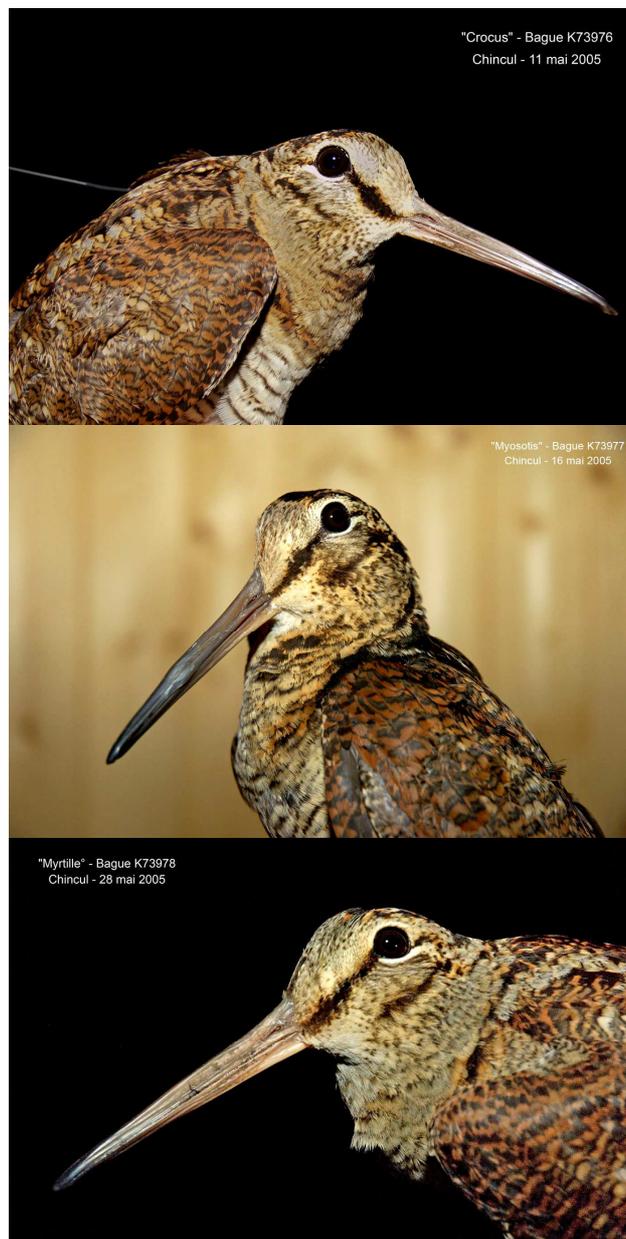


Figure 9 : « Crocus », « Myosotis » et « Myrtille », les trois oiseaux suivis par émetteur en 2005. A noter que « Myrtille » était totalement silencieux et ne participait pas à la croule

## Test de variabilité des chants

Un échantillonnage de onze bécasses a ainsi pu être utilisé pour les tests de variabilité et d'individualisation des chants. Les sonagrammes de ces 11 bécasses suivies sont figurés en Annexe 1.

Pour les variables B, C, D et E, à cause du faible nombre d'oiseaux pouvant être analysés, nous avons préféré utiliser un coefficient de variation ajusté  $cv^*$ , statistiquement plus sévère que le coefficient de variation habituel  $cv$  :

$$cv^* = (1 + 1/4n) cv$$

Concernant la mesure A, sa variabilité a été calculée par la somme des chants atypiques (+ ou – un « cro » comparativement au chant normal) divisé par le nombre total des chants analysés :

$$var = \sum Ncs_{x \pm 1 cro} / \sum Ncs_i$$

## Individualisation des chants

Pour tester la méthode d'individualisation des bécasses à une station d'écoute (LS), nous avons réalisé une analyse discriminante sur les onze oiseaux connus. Ce test a été fait avec 5 combinaisons de 2 à 4 variables. Le résultat est exprimé en pourcentage des oiseaux correctement individualisés.

## Fidélité des mâles à l'aire de croule

Les mâles sont reconnus sur les aires de croule d'année en année grâce à l'analyse des sonagrammes et, dans certains cas cette reconnaissance peut être doublée par la prise de photographies, notamment lorsque l'oiseau est bagué.

## Résultats

### Variabilité des chants

En 2005, 9 oiseaux ont été suivis individuellement dans l'aire de croule 1 (RA 1). Deux individus ("Crocus" et "Myosotis") étaient munis d'un émetteur. Deux autres mâles (« Tsitix » et « Geronimo ») ont été identifiés en 2006 sur la seconde aire de croule étudiée (RA 2).

Oiseau suivi Surnom (N "cro")	Séries SE [n]	Chants CS [n]	Atypiques ACS [n]	var [%] var. A	cv* [%] var. B	cv* [%] var. C	cv* [%] var. D	cv* [%] var. E
Gentiane (3)	83	728	12	1.65	4.99	6.72	5.82	4.31
Jonquille (4)	31	154	10	6.49	7.67	12.71	6.37	3.64
Primevère (4)	10	73	1	1.37	6.20	7.81	4.52	3.93
Violette (4)	13	62	12	19.35	3.59	7.31	6.52	3.82
Tsitix (4)	20	50	8	16.00	5.20	6.50	7.32	3.46
Lavande (4)	6	34	1	2.94	7.41	8.39	8.22	3.51
Crocus (5)	13	31	2	6.45	3.64	9.51	6.78	4.97
Geronimo (3)	8	30	1	3.33	3.12	3.87	5.29	5.89
Myosotis (5)	7	26	8	30.77	4.34	7.02	11.39	7.29
Arabette (5)	7	25	1	4.00	11.36	14.86	9.68	2.54
Prêles (4)	4	21	0	0	2.54	2.48	2.80	1.73
Totaux	202	1234	Moyennes	8.40	5.46	7.93	6.79	4.10

**Tableau I :** Stabilité des différentes variables (var. = variabilité;  $cv^*$  = coefficient de variation ajusté) des 11 bécasses individualisées.

N.B. : "Myosotis" et "Crocus" sont équipés d'un émetteur. « Geronimo » et « Tsitix » proviennent de l'aire de croule RA2, tous les autres oiseaux de RA1.



Dans le Tableau I, il apparaît clairement que la variable la plus stable est la variable E, avec un coefficient de variation ajusté  $< 5\%$  ( $cv^* < 5$ ) dans 9 cas sur 11. Cette valeur de  $cv^* < 5$  est aussi atteinte dans 6 cas pour la variable B et au moins deux fois pour les variables C et D.

En ce qui concerne la variable A (nombre de notes graves par strophe), le résultat est excellent pour les oiseaux qui ont un chant court (3 "Cro" et plusieurs 4 "Cro"). En revanche le résultat n'est pas très bon, voire mauvais pour des bécasses dont le chant est long (quelques 4 « Cro » et les 5 « Cro »).

**Individualisation**

A partir des résultats exprimés dans le Tableau I, nous avons testé le taux d'individualisations automatiques des onze bécasses connues, par combinaison des variables (voir Tableau II). La variable E, qui se révèle la plus stable, est toujours utilisée dans la combinaison. Avec une seconde variable (B ou D), plus de 70% des oiseaux sont correctement identifiés. En ajoutant une 3<sup>e</sup> variable (variable A) au moins 90% des individus sont reconnus (100% avec le trio A/D/E ; voir Figure 6). Finalement, la combinaison des 4 variables (A/B/D/E) donne logiquement le même résultat qu'avec le trio de variables A/D/E: toutes les bécasses ont été automatiquement individualisées.

Variable	Combinaison de variables				
A		x		x	x
B	x	x			x
D			x	x	x
E	x	x	x	x	x
Identification %	72.7	90.9	81.8	100	100

Tableau II : Taux d'identifications automatiques des 11 bécasses testées, par combinaison de 2 à 4 variables.

La Figure 10 illustre l'un des tests aboutissant à 100% d'individualisation à l'aide du trio de variables A, D et E des 11 bécasses connues. Nous pouvons remarquer que deux ou trois oiseaux n'auraient pas pu être individualisés sans l'utilisation de la variable A (nombre de notes graves dans une séquence de chant ; symbolisé par un triangle pour les individus 3 « Cro », un carré pour les individus 4 « Cro » et un losange pour les individus 5 « Cro »).

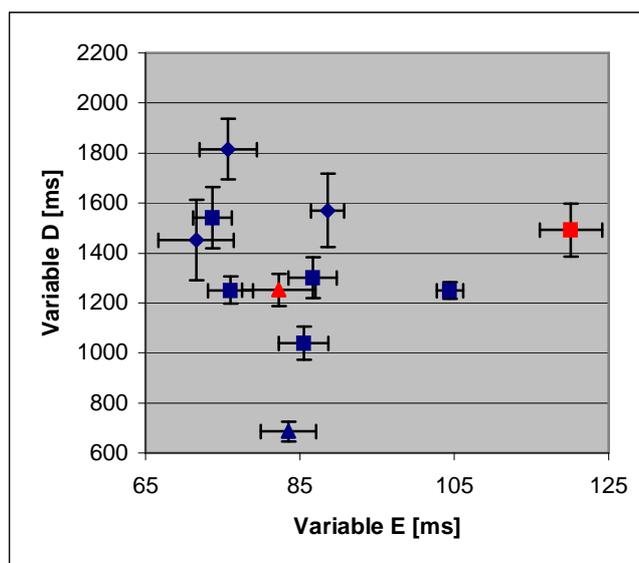


Figure 10 : Test d'individualisation des 11 bécasses connues. Les valeurs des variables E et D sont présentées avec leurs limites standard de déviation. Les formes des points catégorisent la variable A (triangle = 3 "Cro"; carré = 4 "Cro"; losange = 5 "Cro"). En bleu, bécasses de la première aire de croule testée en 2005 et 2006 ; en rouge, bécasses de la seconde aire de croule étudiée uniquement en 2006.



## Fidélité des mâles à leur aire de croule

### a) Le cas de « Crocus »

Les différents éléments qui composent le chant de la bécasse des bois sont non seulement stables au fil de la saison, mais également d'une année à l'autre comme le prouve le contrôle de *Crocus*. La Figure 11 montre quelques images de cet oiseau survolant le point d'écoute LS1 entre 2005 et 2008.



Figure 11 : « Crocus » photographié sur son aire de croule le 26.6.2005, le 15.7.2006, le 12.5.2007 et le 18.7.2008

### b) Renouvellement des mâles

Le Tableau III donne une idée de la fidélité des bécasses à l'aire de croule RA1. Il faut noter que l'analyse n'a porté que sur 50% des oiseaux réguliers, c'est-à-dire enregistrés plusieurs fois durant la période de reproduction. Les individus analysés sont ceux dont les chants étaient les plus facilement distinguables (ind. 3 « Cro » et 5 « Cro ») ainsi que 5 oiseaux ayant servi au test d'individualisation en 2005.

Sur 16 mâles identifiés et analysés entre 2002 et 2007, 6 oiseaux sont présents au moins 3 années et 6 autres 2 ans. Quatre oiseaux n'ont été présents qu'une année, mais deux d'entre eux ont été identifiés lors de la 1<sup>e</sup> année de la période d'étude ce qui n'exclue pas leur fidélité les années précédentes. Quoiqu'il en soit, 75% des mâles étudiés reviennent au moins une seconde année sur leur site de croule.

Qu'en est-il des 25% restants ? Vagabondent-ils de site en site ou sont-ils morts ? Impossible de répondre à cette question pour le moment. Peut-être que l'individu « Myosotis » nous donnera dans le futur un élément de réponse. Lorsqu'il a été capturé, bagué et muni d'un émetteur en 2005, cet oiseau participait à la croule, mais présentait un plumage de 2<sup>e</sup> printemps. Né en 2004, cet oiseau était peut-être un individu à la recherche d'un site dans lequel il puisse se fixer lorsqu'il a été capturé. Cela expliquerait pourquoi il n'a pas été retrouvé l'année suivante. Une reprise de cet oiseau n'est pas exclue durant la période de chasse.

Quoiqu'il en soit, à la lecture du Tableau III, nous remarquons que le renouvellement des individus est rapide ; le changement complet de la population échantillonnée s'est effectuée en trois ou quatre ans : le taux de disparition annuel moyen équivaut à 34.26% des individus alors que le taux d'apparition annuel moyen est égal à 28.44%. A noter qu'aucun bilan ne peut être tiré sur l'évolution des effectifs tant que la population entière de mâles n'a pas été analysée.

	2002	2003	2004	2005	2006	2007
Yellow						
Green						
Mauve						
Marron clair						
Bleu moyen						
Orange						
Jaune clair						
Gris 50						
Gris 25						
Vert clair						
Vert foncé						
Jonquille						
Gentiane						
Arabette						
Myosotis						
Crocus						

Tableau III : Présence en période de reproduction de mâles de bécasse à l'aire de croule RA 1 entre 2002 et 2007.

Les 5 oiseaux figurant au bas du tableau ont servi aux tests d'individualisation (voir Tableau I et Figure 8). « Myosotis » et « Crocus » sont bagués

## Discussion

Malgré un grand nombre d'études portant sur l'espèce en période de reproduction (Nemetschek, 1977; Hirons, 1977, 1983; Ferrand, 1987, 1989; Hoodless *et al.* 2006; Hoodless *et al.* 2008) les informations concernant la fidélité des bécasses des bois à leur site de reproduction et le rythme rapide de renouvellement de la population sont des données nouvelles. Que peut-on en conclure ?

Tout d'abord, la première partie de nos résultats montrent que le suivi démographique des bécasses des bois peut se faire grâce à la bioacoustique. L'analyse fine des sonagrammes permet d'individualiser les mâles. Ceux-ci peuvent être suivis d'année en année. Cependant, comme le soulignent Terry *et al.* (2005), la stabilité vocale des oiseaux peut être un sérieux handicap à ce type de monitoring. Le cas de « Crocus », suivi entre 2004 et 2008 sur la même aire de croule, nous montre que le suivi à long terme des individus est possible dans le cas de la bécasse des bois. Et pour l'ensemble des onze mâles testés en 2005 et 2006, sur un total de plus de 1200 enregistrements, le taux de variabilité moyen était inférieur à 5,5% pour deux paramètres; les variables B et E, ce qui permet de conclure à une méthode d'individualisation sûre.

Nous savons bien que les mâles de bécasse ne maintiennent pas des territoires exclusifs (Hirons, 1980) et réalisent des vols nuptiaux sur des zones relativement larges lors d'une saison complète. Mais quelle est leur stratégie sur plusieurs années ? Il semblerait que la majorité des oiseaux cherchent à revenir sur le même site. La seconde partie de cette recherche – soit un suivi bioacoustique des individus durant 6 ans – montre que la majorité des mâles retournent à leur aire de croule au moins lors d'une deuxième saison de reproduction. Cette fidélité atteint régulièrement 3 ans; un maximum de 5 ans a été observé grâce à « Crocus », oiseau bagué, puis enregistré et photographié chaque année en période de nidification entre 2004 et 2008.

Cette fidélité à l'aire de croule se poursuit-elle durant la vie entière des individus ? Impossible de généraliser, puisque nous ne connaissons pas le destin des oiseaux non bagués. Le fait que le cycle de renouvellement des oiseaux soit rapide (3 à 4 ans) ne nous offre guère d'alternatives dans les hypothèses; soit les oiseaux sont très fidèles au site de reproduction, mais meurent relativement jeunes, soit certaines bécasses adoptent une stratégie différente, consistant à changer d'aire de croule tous les deux ou trois ans, bien que quelques individus restent fidèlement cantonnés sur leur site, par exemple « Crocus ». Si, à la lumière d'une nouvelle étude, la première hypothèse devait s'avérer la bonne, cela révélerait une situation préoccupante; il suffirait que le succès de reproduction soit faible trois années de suite pour que la population s'effondre et disparaisse. La disparition rapide de zones de reproduction de la bécasse a déjà été documentée en Suisse romande (Estoppey, 2001) sans que l'on puisse clairement établir les facteurs limitants. Le suivi que nous réalisons dans les forêts du Jura franco-



suisse permettra peut-être de répondre à l'avenir à l'une ou l'autre des questions restées pour l'instant sans réponse.

## Remerciements

Un grand merci à toutes les personnes ayant participé aux recensements des bécasses des bois depuis de nombreuses années. Un merci particulier à François Estoppey, Julie Rieder et Serge Santiago pour leur aide dans différents domaines. Enfin, merci également au service vétérinaire et au service Faune, Forêts, Nature du canton de Neuchâtel, ainsi qu'à l'Office fédérale de l'environnement et à la Station ornithologique Suisse de Sempach pour les autorisations et les permis de capture des bécasses en période de reproduction.

## Bibliographie

- Brüngger, M. & F. Estoppey (2008) *Exigences écologiques de la bécasse des bois Scolopax rusticola dans les Préalpes de Suisse occidentale*. Nos Oiseaux 55 : 3-22.
- CCB (Club de Cazadores de Becada) (2005) *Proyecto Scolopax Sin Fronteras. Seguimiento de la especie Scolopax rusticola mediante radio-telemetria via Satélite durante el periodo de migracion prenupcial*. Comision Cientifica y de Investigacion, In <http://rtvs.ccbp.org/>
- Duriez, O. (2003) *Stratégies individuelles d'hivernage chez la bécasse des bois Scolopax rusticola : compromis énergétiques pour la sélection de l'habitat*. Thèse de doctorat ; Université Paris VI.
- Estoppey, F. (2001) *Le déclin de la population de Bécasse des bois Scolopax rusticola du Jorat (Vaud, Suisse)*. Nos Oiseaux 48 : 83-92.
- Ferrand, Y (1987) *Reconnaissance acoustique individuelle de la Bécasse des bois (Scolopax rusticola) à la croule*. Gibier Faune Sauvage 4 : 241-254.
- Ferrand, Y (1989) *Contribution à l'étude du comportement du mâle de Bécasse des bois Scolopax rusticola L. en période de reproduction. Méthode de dénombrement*. Thèse de doctorat, Laboratoire de Zoogéographie, Université de Montpellier : 189 pages.
- Hirons G. (1977) *The roding behaviour of the european Woodcock*. The Game Conservancy, Fordingbridge, Hampshire England. Unpublished Report 18 pages.
- Hirons, G. (1980) *The significance of roding by Woodcock Scolopax rusticola: an alternative explanation based on observations of marked birds*. Ibis 122: 350-354.
- Hirons, G. (1983) *A five-year study of the breeding behaviour and biology of the Woodcock in England – a first report* in Kalchreuter H. (ed) Proc. 2<sup>nd</sup> European Woodcock and Snipe Workshop, IWRB, Slimbridge: 51-67.
- Hoodless, A., D. Lang, R. Fuller, N. Aebischer & J. Ewald (2006) *Development of a survey method for breeding Woodcock and its application to assessing the status of the British population*. Sixth European Woodcock and Snipe Workshop Proceedings of an international Symposium of the Wetlands International Woodcock and Snipe Specialist Group, 25-27 novembre 2003, Nantes, France Wetlands International. International Wader Studies 13, Wageningen, The Netherlands: 48 – 54.
- Hoodless, A., J.G. Inglis, J.-P. Doucet & N.J. Aebischer (2008) *Vocal individuality in the roding calls of Woodcock Scolopax rusticola and their use to validate a survey method*. Ibis 150: 80-89.
- Mulhauser, B. (2002) *Suivi spatio-temporel des aires de croule des bécasses des bois Scolopax rusticola à l'aide de recensements simultanés*. Alauda 70 (1) : 121-130.
- Mulhauser, B. & S. Santiago (2006) *Simultaneous census of Woodcock Scolopax rusticola in a border region: an applied case for the determination of roding areas across France and Switzerland*. Woodcock & Snipe Specialist Group Newsletter 32: 33-38.
- Mulhauser, B. & J.-L. Zimmermann (2006) *Censusing roding populations of Eurasian Woodcocks by bioacoustical methods*. XXIV<sup>e</sup> International ornithological Congress Hamburg. Abstracts *J. ornithol.* 147 (5, suppl. 1): 66-67.



Mulhauser, B. & J.-L. Zimmermann (in prep) *Bestandserfassung bei der Waldschnepfe Scolopax rusticola population mit bio-akustischen Methoden. I. Individuelle Erkennung streichender Männchen anhand von Gesangsmerkmalen*. Ornithol. Beob. 106.

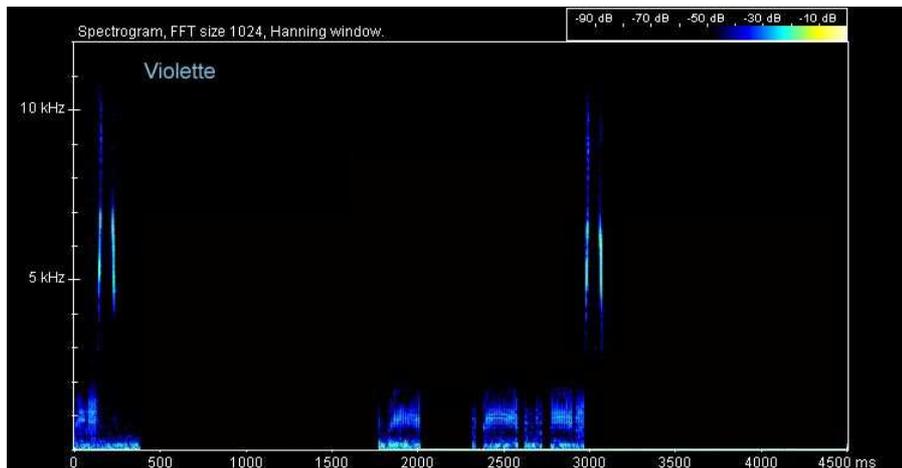
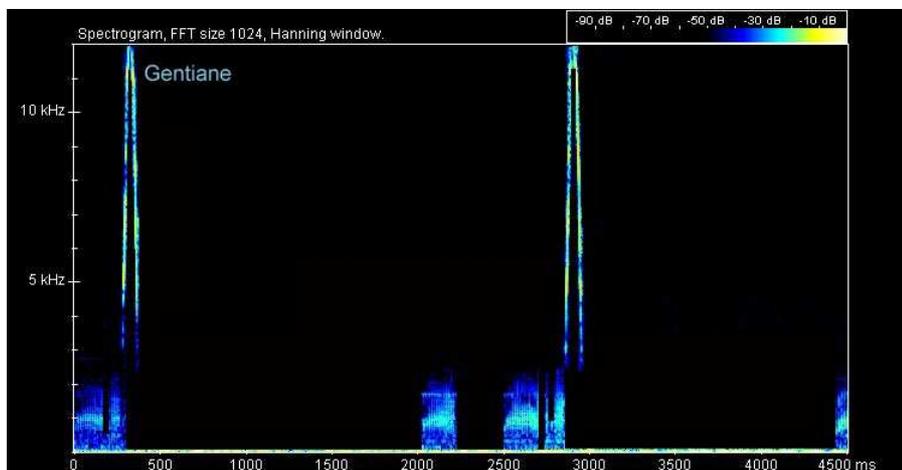
Nemetschek, G. (1977) *Beobachtungen zur Flugbalz der Waldschnepfe (Scolopax rusticola)*. J. Ornithol. 118: 68-86.

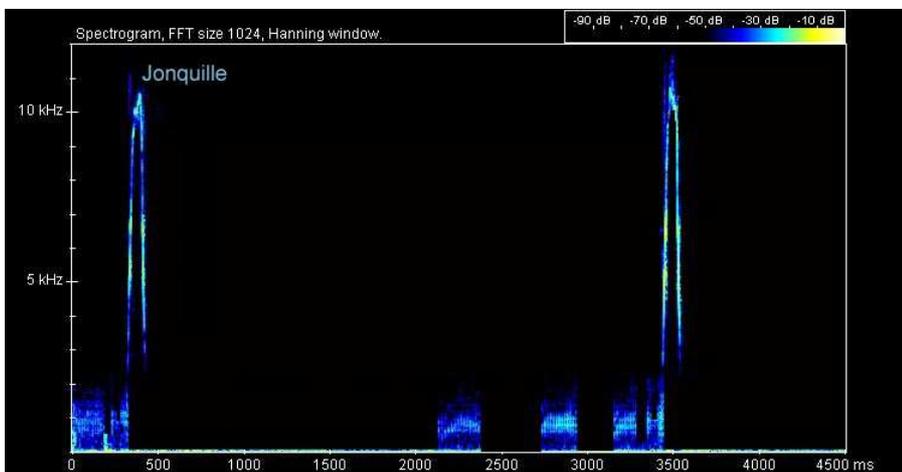
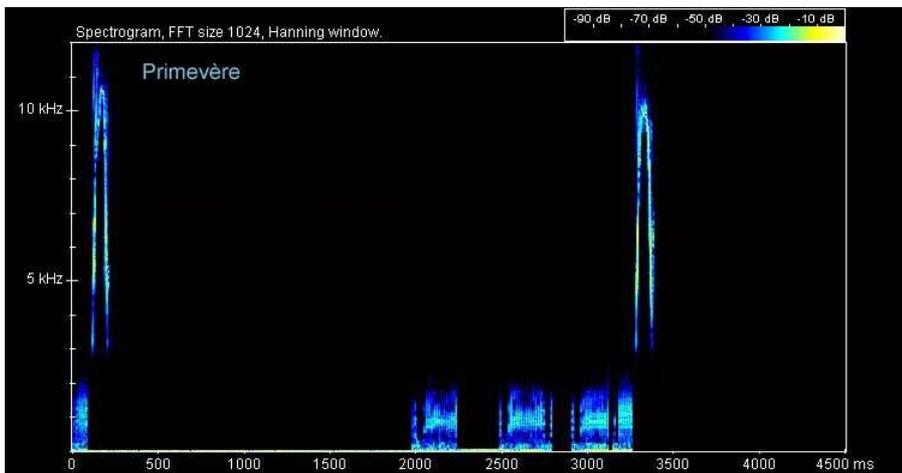
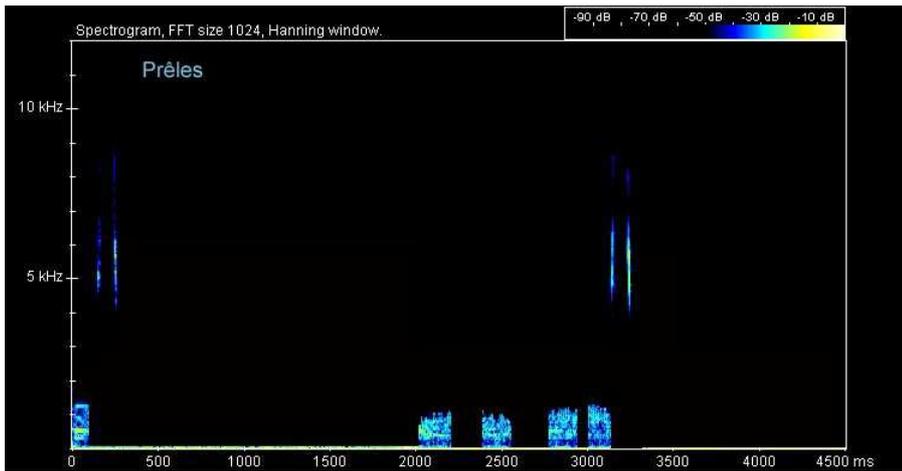
Terry, A., T. M. Peake & P.K. McGregor (2005) *The role of vocal individuality in conservation*. Front. Zool. 2: Weir NL & HB Graves (1982) Discriminant analysis of the peent call for identification of individual male American woodcock. In: *Woodland Ecology and Manangement*", Proc. Seventh Woodcock Symposium, Pennsylvania: 34-39.

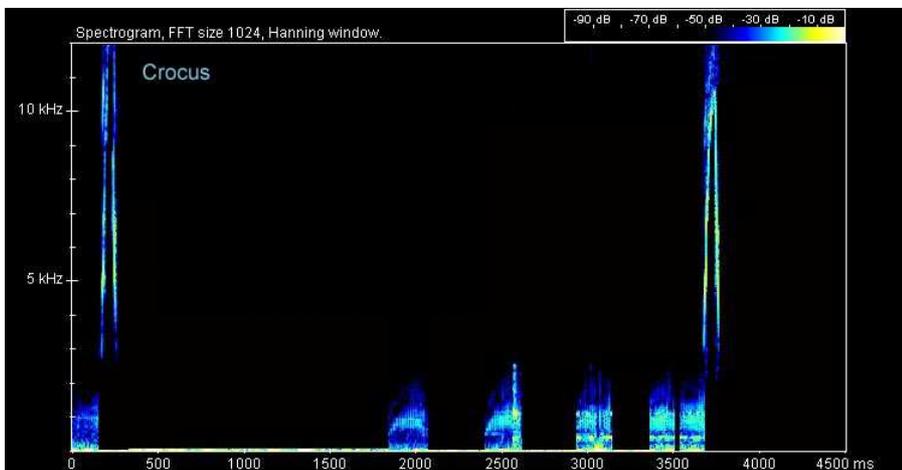
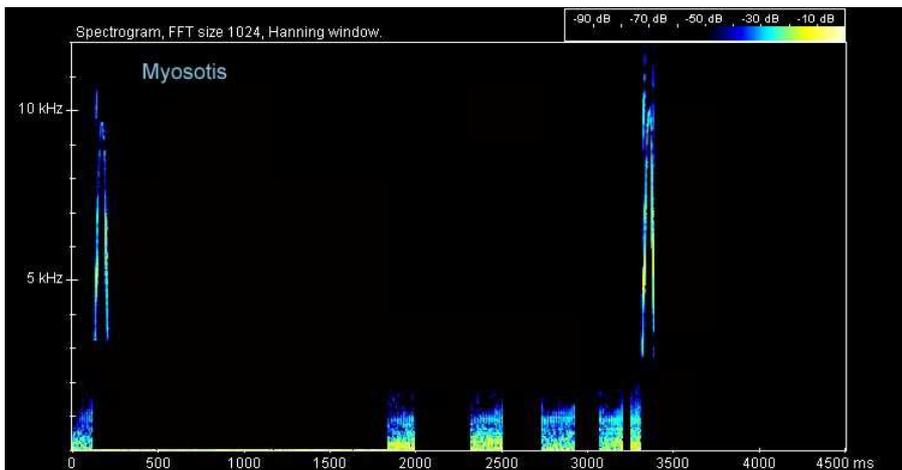
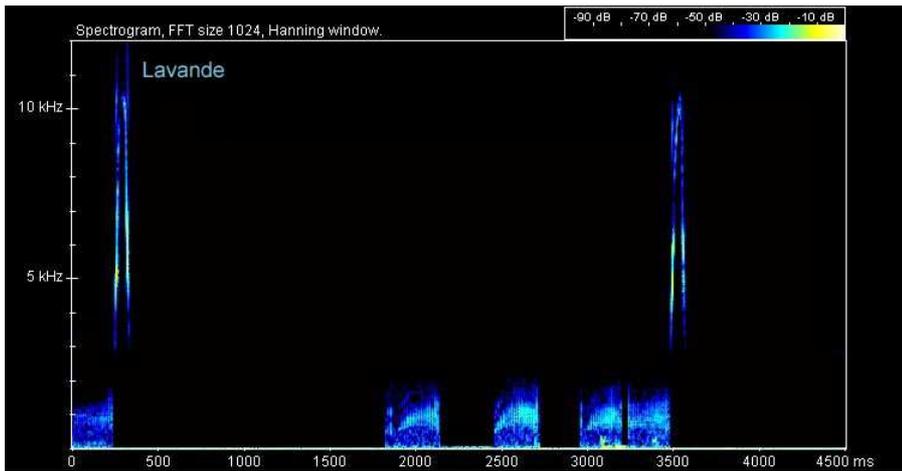
## Annexes :

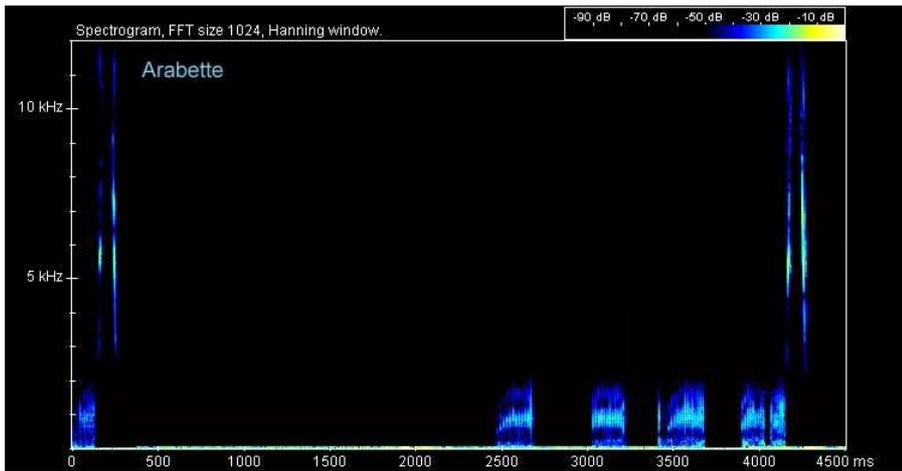
Sonagrammes des onze bécasses ayant servi aux tests d'individualisation

A) Oiseaux de l'aire de croule RA 1 (pages 28, 29 et 30)









B) Oiseaux de l'aire de croule RA 2

