

LES 10 ANS DE « MAX » SUIVI À LONG TERME D'UNE CIGOGNE BLANCHE *CICONIA CICONIA* PAR SATELLITES

ADRIAN AEBISCHER & ANDRÉ FASEL



A. Aebischer

Max (debout) avec ses trois jeunes. Tüfingen D, 14 juin 2004.

Pour mieux comprendre la dynamique de population d'une espèce d'oiseau et les facteurs qui l'influencent, des connaissances sur la dispersion juvénile sont souvent indispensables. Une Cigogne blanche, appelée « Max », munie d'une balise Argos, a pu être suivie lors de ses déplacements depuis sa naissance. En 10 ans, elle a changé plusieurs fois de quartier d'hiver et plus rarement sa route de migration. Une grande variabilité interannuelle se manifeste aussi dans la date de départ et la vitesse de progression. Au fil des ans, « Max » a quitté ses quartiers d'hiver de plus en plus tôt et a souvent parcouru entre 100 et 300 km par jour au cours de ses trajets migratoires.

Si la dispersion juvénile des animaux joue un rôle important dans la dynamique des populations, nos connaissances sur cette période de la vie restent très modestes dans la plupart des cas (CLOBERT *et al.* 2001). Chez de nombreuses espèces d'oiseaux, le déroulement

de la période de reproduction et le destin des adultes sont bien connus, en particulier quand il s'agit d'espèces sédentaires ou qui reviennent chaque année dans la même région. Par contre, pour des raisons méthodologiques, nous disposons de très peu d'informations



A. Aebischer

Max lors de la pose de sa balise. Avenches VD, 5 juillet 1999.

sur la période d'émancipation, soit depuis que les jeunes ont quitté leurs parents jusqu'à ce qu'ils entrent en âge de se reproduire. Dans une moindre mesure, cette lacune existait aussi chez la Cigogne blanche (BAIRLEIN 1981); elle n'a pu être comblée, du moins en partie, que grâce à l'utilisation de la télémétrie par satellites (BERTHOLD *et al.* 2002a).

La Cigogne blanche est un oiseau migrateur dont la population ouest européenne passe l'hiver en grande partie en Afrique occidentale et en Espagne. Elle migre en août ou septembre et revient entre février et la mi-avril dans sa zone de nidification. Après une diminution marquante de sa population, lors de la première moitié du XX^e s., la Cigogne blanche a disparu de la Suisse en 1950. Grâce à des efforts réalisés des années durant, il a été possible de réintroduire l'espèce en Suisse (BLOESCH 1980; BIBER & MORITZI 1997), où environ 200 couples nichent de nos jours (MAUMARY *et al.* 2007). En Suisse romande, la Cigogne blanche ne se reproduit que rarement en dehors des petites implantations établies en Ajoie JU et à Avenches VD. Cependant, au Moyen-Age et au XIX^e s., l'espèce était plus répandue dans les zones de basse altitude (FATIO & STUDER 1930; STRAHM 1982).

Les Cigognes blanches atteignent la maturité sexuelle à deux ans, mais la première nichée est souvent postérieure. En Suisse,

39 % des cigognes nichent pour la première fois à l'âge de deux ans, 32 % à trois ans et les autres encore plus tard (BIBER *et al.* 2003). Le taux de retour sur le lieu de naissance des jeunes cigognes nées en Suisse étant faible (BIBER & MORITZI 1997), les questions suivantes se posent: que deviennent les oiseaux disparus? meurent-ils lors de la migration ou dans la zone d'hivernage ou s'installent-ils ailleurs qu'en Suisse? Il a pu être démontré que l'actuel succès de reproduction en Suisse – inférieur à celui d'autres populations d'Europe centrale (BIBER *et al.* 2003) – est insuffisant, puisque le taux de survie annuel des jeunes est d'environ 30 % à 40 % et celui des adultes d'environ 80 % à 90 % (SCHAUB *et al.* 2004). Autrement dit, avec le succès de reproduction actuel, le taux de survie annuel des oiseaux devrait être plus élevé pour que les effectifs de la population ne diminuent pas. Un faible changement de ce taux de survie aurait déjà un effet important sur la dynamique de la population (SCHAUB *et al.* 2005). Les causes de mortalité ont pu être déterminées dans de nombreux cas mais l'importance relative des différents facteurs est biaisée. Ainsi, une cigogne écrasée par une voiture aux abords d'une ville a une plus forte probabilité d'être trouvée qu'une cigogne morte de faim au bord du Sahara. Pour obtenir une estimation non biaisée de l'importance de chaque facteur de mortalité, il

nous a paru nécessaire d'équiper des cigognes d'émetteurs, de les suivre sur le terrain et de les retrouver en cas de décès.

Au cours des vingt dernières années, de nouvelles connaissances sur le comportement migratoire de différents oiseaux ont pu être acquises grâce à la télémétrie par satellites (synthèse dans MEYBURG & MEYBURG 2007). La Cigogne blanche figure parmi les espèces les mieux suivies (p. ex. BERTHOLD *et al.* 1995, 2002a). En 1998, l'idée est venue au Musée d'histoire naturelle de Fribourg de suivre des Cigognes blanches suisses à l'aide de satellites. Après d'intenses discussions et clarifications avec les gérants du système Argos, des fabricants d'émetteurs et des collègues étrangers, et après avoir reçu les autorisations nécessaires, le «Projet Max» a pu débiter, grâce à un généreux don. La première cigogne équipée d'un émetteur, qui par la même occasion devenait le premier animal suisse à être suivi par satellites, a été baptisée «Max» en l'honneur de Max Bloesch, qui a consacré sa vie à la réintroduction de la Cigogne blanche en Suisse (BLOESCH 1980; BOETTCHER-STREIM 1986). Ce n'est qu'après trois ans, en observant des copulations, que Max nous est apparu comme étant une femelle!

Les objectifs du projet étaient:

- de nous familiariser avec la méthode de la télémétrie par satellites;
- d'équiper d'autres Cigognes blanches au cours des années suivantes (en cas de résultats satisfaisants en 1999), afin de définir en particulier les causes de mortalité les plus importantes chez les cigognes suisses;
- d'obtenir de premiers résultats sur le déroulement exact de la migration des cigognes suisses et,
- d'informer un public aussi large que possible, écoles incluses, sur la migration des oiseaux, la Cigogne blanche et sa protection.

Nous espérons répondre aux questions suivantes: où se trouvent les voies exactes de migration des Cigognes suisses? Quelles sont leurs étapes journalières? Où et combien de temps se reposent-elles? À quelle vitesse migrent-elles et quelle est la durée de la migration? Où se trouvent leurs quartiers d'hivernage et en changent-elles plusieurs fois lors

d'un hiver? Où les jeunes cigognes passent-elles les deux premières années de leur vie? Au moyen de différents médias, en particulier par Internet, des informations sur les déplacements de «Max» et sur les événements particuliers devaient être régulièrement divulgués. Cet article présente le déroulement d'une décennie de migrations de la Cigogne blanche appelée «Max».

Méthode

Max a été équipée le 5 juillet 1999 à Avenches VD d'un émetteur de 35 g de la firme Microwave Telemetry (Columbia, USA). L'oiseau était alors âgé de 7 semaines à peine, pas encore en état de voler et pesait 3,1 kg. L'émetteur était une balise Argos munie d'un panneau solaire. Il a été fixé au moyen d'un harnais en téflon, à la manière d'un petit sac à dos dont le poids total ne dépassait pas 2 % de celui d'une cigogne. La technique de fixation a été soumise à des tests approfondis en Allemagne sur des cigognes en captivité; aucune blessure due à des irritations ou des frottements n'a par ailleurs pu être constatée sur des oiseaux volant en liberté, recapturés après une année (BERTHOLD *et al.* 1995, 1997; M. Kaatz, comm. pers.). La balise a été programmée pour envoyer un signal une fois par minute à une fréquence de 401,65 MHz. Elle ne fonctionnait que lorsque la lumière était suffisante, si bien qu'elle n'émettait en principe pas de nuit et par temps pluvieux. La localisation de l'émetteur se fait via le système Argos (www.cls.fr), soit à l'aide de récepteurs placés sur six satellites en orbites polaires. La distance entre la balise Argos et un satellite se calcule selon l'effet Doppler; répétés plusieurs fois en quelques minutes, ces calculs permettent une localisation de la balise par triangulation, selon six classes de précisions. L'exactitude des trois premières classes suit une distribution normale, définie par un écart type de moins de 1000 m. Argos ne pouvant préciser l'exactitude des trois autres classes, nous ne les avons utilisées que lorsque des localisations successives les situaient dans un rayon de quelques kilomètres.

Une photographie de Max, en avril 2004,

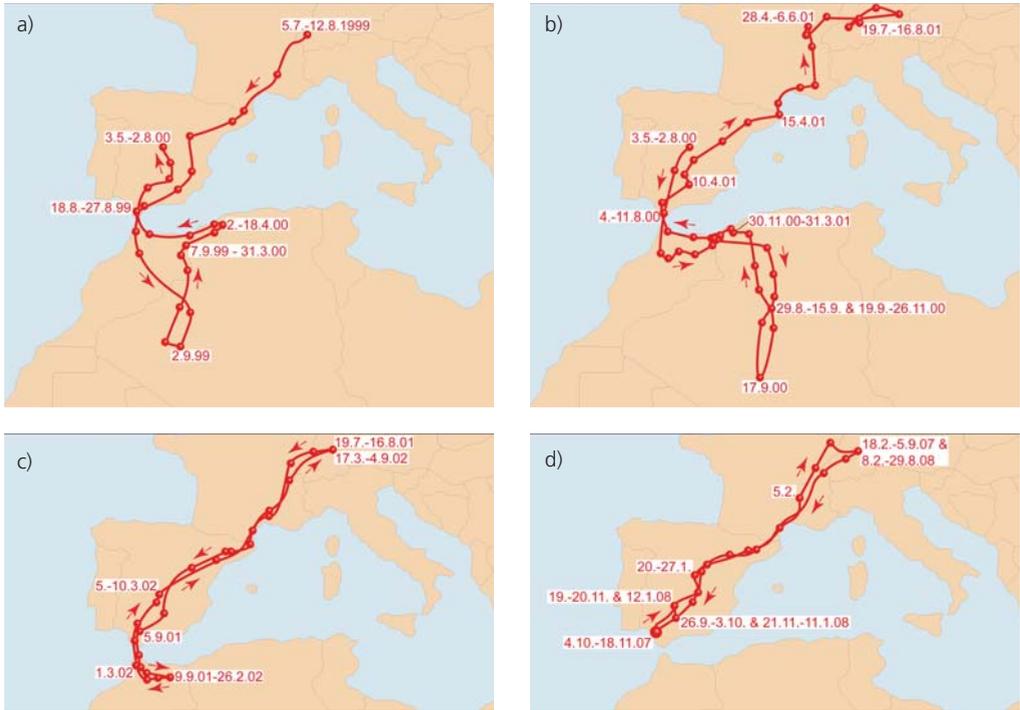


Fig. 1 – Les voies de migration, sites de repos, quartiers d’hiver et quartiers d’été de la Cigogne blanche *Ciconia ciconia* Max: a) d’août 1999 à août 2000; b) d’août 2000 à août 2001; c) d’août 2001 à septembre 2002; d) de septembre 2007 à août 2008.

montrait l’antenne de la balise en bon état. Toutefois, en juin 2004, au cours d’une visite près de son site de nidification, nous avons remarqué que l’antenne était effilochée et tordue, ce qui expliquait la mauvaise qualité des localisations lors des semaines précédentes. C’est à cet avatar que nous devons le flou entachant la date du départ (en septembre 2004) et la route de migration suivie par Max. Un ensoleillement intense entre le sud de la France et le Maroc a tout de même permis de déterminer cette dernière. Toutes les tentatives de recapturer Max, en 2005 et 2006, ont échoué. Nous n’y sommes parvenus que le 21 juillet 2007, date à laquelle sa balise a pu être changée.

La première balise a donc fonctionné de juillet 1999 à juillet 2007, en émettant des signaux quotidiens pour autant qu’elle recevait assez de lumière, c’est-à-dire le plus souvent à partir de 10 h du matin. La nouvelle balise suit un mode d’activité différent: elle émet pendant 10 heures, puis se recharge pendant 24 heures durant lesquelles elle demeure silencieuse.

Résultats et discussion

La pérégrination d’une célibataire

Après avoir été équipée d’une balise le 5 juillet 1999, Max est encore restée quelques jours au nid. Elle l’a quitté pour la première fois entre le 12 et le 14 juillet. Les jours suivants, elle a entrepris des vols au-dessus de la prairie voisine mais est souvent retournée au nid. Elle cherchait régulièrement sa nourriture avec un de ses parents dans les environs. Au soir du 27 juillet, elle se trouvait encore à Avenches, puis s’est envolée vers le nord le lendemain: cet après-midi-là, elle se trouvait entre Bienne BE et Büren an der Aare BE, puis, le jour d’après, entre Granges SO et Altreu SO. Un adulte (mais pas un de ses parents) a quitté Avenches en même temps que Max. On suppose que Max est arrivée en compagnie de cet individu expérimenté à Altreu, où de grands rassemblements de cigognes ont souvent lieu en été.

Au matin du 12 août, Max s’est envolée vers le sud. Elle a atteint le lac Léman, avant de changer de direction vers l’ouest et franchir la



frontière française peu après midi. Elle a longé ensuite la vallée du Rhône pour passer la nuit non loin de Valence, à plus de 300 km d'Altreu. Les jours suivants, elle a poursuivi son voyage par étapes de 150 à 350 km, *via* Perpignan, Cuenca et Albacete, pour faire escale plus d'une semaine à 18 km au nord de Gibraltar, peut-être en raison de forts vents contraires (fig. 1a). Lors de ce séjour, elle a été aperçue, les soirs des 23 et 24 août, au sommet d'un pylône d'une ligne à haute tension. Ce n'est que le 28 août qu'elle a pu franchir le détroit de Gibraltar et atteindre le Maroc. Le jour suivant, elle a dépassé le massif du Rif et gagné Fès le soir venu, pour s'élancer ensuite à l'assaut du Moyen Atlas et passer la nuit sur un haut-plateau à 150 km au sud-ouest de Midelt. Le 31 août, la frontière algérienne a été franchie, jusqu'à Béchar, où Max a entrepris une pause d'une journée, avant la traversée du Sahara. Apparemment, de forts vents du sud-ouest et des tempêtes de sable l'ont alors contrainte à changer à nouveau l'orientation de son vol pour finalement retourner dans le nord du Maroc, où elle est arrivée le 7 septembre, à Guercif (ville située à 1660 km de son lieu de naissance). C'est là qu'elle a passé son premier hiver, jusqu'à la fin mars 2000 (fig. 1). Lors de sa première migration d'automne, Max a ainsi parcouru environ 3000 km en 26 jours. En hiver, des excursions occasionnelles plus ou moins longues l'ont conduite deux fois dans la ville de Taza, à 40 km de Guercif. Guercif se situe à 360 m d'altitude, entre le Rif, le Moyen Atlas et le Tell Atlas et est entourée de steppes. On peut régulièrement y observer quelques douzaines de cigognes cherchant leur nourriture dans la déchetterie située à l'est de la ville, ainsi que le long du fleuve Moulouya, en aval jusqu'au barrage « Mohamed V » (J. Gremaud, comm. pers.).

C'est le 1^{er} avril 2000 que Max a entrepris son retour vers l'Europe. Une première étape de 350 km l'a conduite en direction du nord jusqu'à la côte méditerranéenne de l'Algérie. Elle y est arrivée le lendemain et y a séjourné jusqu'au 19 avril, avant de longer ensuite la côte vers l'ouest en direction de Gibraltar. Le 22 avril, elle a traversé le détroit et a atteint, le 3 mai, les environs d'une décharge au sud de Madrid (fig. 1a). C'est là, à environ 1150 km

de son lieu de naissance, qu'elle a passé tout le printemps et la première partie de l'été 2000.

Le 3 août, elle a commencé son deuxième voyage vers le sud. Au nord de Gibraltar, elle a attendu du 4 au 11 août que des conditions météorologiques optimales se présentent pour traverser le détroit le 12 août. Par la suite, elle a pris la direction de l'est jusqu'en Algérie où elle a bifurqué vers le sud. Le 29 août, elle est arrivée à la ville oasis algérienne d'El Golea, pour y demeurer jusqu'au 15 septembre, avant de se décider à traverser le Sahara. La journée du 16 septembre s'est achevée sur le plateau de Tademaït, précédant une étape de 380 km le lendemain pour atteindre les coordonnées 25,80 N/1,36 E, les plus méridionales de son voyage. Le lendemain, en effet, c'est un demi-tour qui l'a emmené en deux étapes à El Golea pour un séjour de 70 jours (fig. 1b), avant d'entreprendre un déplacement vers le nord de l'Algérie le 27 novembre et demeurer entre Sidi Bel-Abbès et Oran jusqu'à fin mars. Max connaissait cette région puisqu'elle s'y trouvait déjà les 22 et 23 août 2000.

Comme l'année précédente, Max a entamé son voyage vers l'Europe le 1^{er} avril. Elle a survolé Fès et le détroit de Gibraltar pour finalement voler tranquillement jusqu'en Bourgogne, où elle a passé tout le mois de mai. Ce n'est que début juin qu'elle s'est déplacée jusqu'au sud de l'Allemagne, en Bavière, où elle est restée quelque temps avant de séjourner entre la mi-juillet et la mi-août au nord du lac de Constance, près de son futur site de nidification. Le 17 ou le 18 août 2001, elle a repris sa migration vers le Maroc, en survolant la France et l'Espagne. Elle a finalement hiverné près de la ville de Guercif (fig. 1c), comme lors de l'hiver 1999-2000.

Mère de 23 jeunes

Au printemps 2002, Max a entamé sa migration de retour quatre semaines plus tôt que l'année précédente, c'est-à-dire le 27 février déjà, suivant une trajectoire très semblable à celle de l'automne précédent (fig. 1c). Le 17 mars, elle a occupé un nid à Mühlhofen D, y a trouvé un partenaire, mais rien n'y a fait : Max s'est déplacée peu après de 5 km vers Salem, dans le parc « Affenberg » qui abrite une colo-

nie de Cigognes blanches comprenant 13 nids ; 8 autres couples sont installés à proximité, dans les environs du parc. Max a tout de suite jeté son dévolu sur un nid placé dans un arbre qui, par un heureux hasard, était équipé d'une caméra vidéo ! Les premières copulations (avec le mâle portant la bague DFR 06013) ont pu être observées le 20 mars déjà. La ponte de trois œufs a débuté le 1^{er} avril et donné naissance à deux jeunes les 2 et 4 mai. L'un est mort le 7 mai, remplacé le jour suivant par une jeune cigogne orpheline. Les deux oisillons ont finalement atteint l'âge de l'envol.

En septembre 2002, Max s'est à nouveau envolée vers le Maroc pour y passer l'hiver à Guercif. Elle est revenue en février 2003 vers le lac de Constance où elle a occupé, le 9 mars, le même nid qu'une année auparavant, en compagnie d'une autre cigogne (nommée «Uli») portant lui aussi une balise Argos (depuis 2000). Les deux jours suivants, des luttes ont eu lieu avec une autre femelle. Max a été rejetée par son partenaire et s'est rendue dans le village voisin de Tüfingen D, où elle a été observée peu après sur un nid en compagnie d'un autre partenaire (portant la bague DFR 06928). Elle y a élevé à nouveau 2 jeunes avec succès.

Les années suivantes, Max est toujours partie hiverner dans le nord du Maroc et est revenue chaque printemps à Salem ou à Tüfingen. En mars 2004, elle est apparue tout d'abord au nid équipé d'une vidéo où se trouvait aussi Uli. Mais peu après, elle est partie à Tüfingen occuper le même nid que l'année précédente, où elle a élevé 3 jeunes avec le même partenaire.

En mars 2005, lors de son arrivée au nid qui avait été le sien les deux années précédentes, Max a de nouveau rencontré son partenaire, qui s'était toutefois déjà accouplé avec une autre femelle. A la suite de quelques querelles, Max a dû quitter le nid et une fois de plus chercher de nouveaux nid et partenaire (bague DER A 1124). Elle s'est installée au beau milieu du village de Tüfingen et y a élevé 3 jeunes avec un mâle âgé de 4 ans. Entre 2006 et 2009, Max s'est accouplée dans le même nid, avec le même partenaire qu'en 2005.

De 2002 à 2009, en 8 saisons de reproduction, Max a élevé 23 jeunes (tabl. 1) : 2 en 2002 et 2003, 3 en 2004 et 2005, et même 4 en 2006 et 2008. Ainsi, Max a suivi la règle énonçant que le succès de reproduction augmente avec l'expérience et donc l'âge des oiseaux.

En mai 2007, des averses et des températures plus basses que d'habitude ont provoqué de grandes pertes chez les cigogneaux : la couvée de Max n'a pas été épargnée et a perdu 1 oisillon sur les 3.

Le déroulement de la migration

Le plus souvent, Max a franchi quotidiennement 100 à 250 km, voire plus de 300 km à une dizaine de reprises. Sa plus longue étape connue date du 8 septembre 2007, lorsque, à la faveur d'un fort vent arrière, elle a volé plus de 500 km, de Lausanne VD à Narbonne (sud de la France). Ces distances journalières s'inscrivent dans les performances habituelles des Cigognes blanches (BERTHOLD *et al.* 1995). Les horaires précis de l'envol matinal et de l'atterrissage de fin d'après-midi n'étant pratiquement jamais connus, il nous est impossible de calculer une vitesse moyenne. MAUMARY & DUPLAIN (2003) l'avaient établie entre 30 et 40 km/h lors d'observations directes de cigognes en migration et BERTHOLD *et al.* (2004) ont constaté des vitesses maximales de 80 km/h.

Les voies de migration automnales ont passé par la vallée du Rhône, les Pyrénées orientales, la moitié est de l'Espagne et, jusqu'en 2006, par le détroit de Gibraltar, sans différences notoires entre les années hormis les trois suivantes :

- lors de la première migration, en août 1999, Max s'est d'abord rendue dans la région de Murcia E et à l'est de l'Andalousie, avant de changer sa direction vers l'ouest pour finalement arriver à Gibraltar ;
- en janvier et février 2007, elle s'était dirigée vers l'Estrémadure, puis a pris plus tard la direction de l'Europe centrale ;
- début septembre 2009, Max n'a pas traversé les Pyrénées tout à l'est, au sud de Perpignan F comme elle le faisait chaque année, mais 70 km plus à l'ouest, dans la région de Bourg-Madame F et Puigcerdá E.

Le plus souvent, Max a évité la Suisse au printemps : après avoir remonté la vallée du Rhône en aval de Lyon, elle a contourné le Jura pour arriver au sud de l'Allemagne par le nord de Bâle et rejoindre ensuite son site de nidification au nord du lac de Constance. Le trajet de son site de reproduction à son quartier d'hiver marocain équivaut à 2500 km. Depuis sa naissance, Max a donc certainement déjà parcouru



Tabl. 1 – Sites de nid, mâles et succès de reproduction de Max de 2002 à 2009. * Le 7 mai 2002, un des deux jeunes a été trouvé mort; il a été remplacé, le lendemain, par un cigogneau orphelin, qui a été élevé avec succès par Max et son partenaire.

Année	Nbre de jeunes	Nid	Mâle
2002	2*	1 (Affenberg, Salem)	A (bague DFR 06013)
2003	2	2 (Löhn, Tüfingen)	B (bague DFR 06928)
2004	3	2 (Löhn, Tüfingen)	B (bague DFR 06928)
2005	3	3 (village Tüfingen)	C (bague DER A 1124)
2006	4	3 (village Tüfingen)	C (bague DER A 1124)
2007	2	3 (village Tüfingen)	C (bague DER A 1124)
2008	4	3 (village Tüfingen)	C (bague DER A 1124)
2009	3	3 (village Tüfingen)	C (bague DER A 1124)

Tabl. 2 – Tableau synoptique des migrations de Max, de 1999 à 2009. a) En 2000 et 2001, Max ne nichait pas encore. Les dates d'arrivée et les durées de séjour sur le site de nidification se réfèrent au quartier d'été; b) En 2004, suite au problème intervenu avec l'antenne de l'émetteur, le début de la migration postnuptiale n'a pas pu être déterminé.

Année	Durée de l'hivernage [jours]	Début de la migration pré-nuptiale	Traversée du détroit de Gibraltar	Arrivée sur le site de nidification	Durée de la migration pré-nuptiale [jours]
2000	207	1.4	22.4	3.5 a)	32
2001	122	1.4	8.4	28.4 a)	27
2002	171	27.2	2.3	17.3	18
2003	92	7.2	10.2	6.3	27
2004	130	31.1	1.2	8.3	37
2005	110	11.1	13.1	20.3	68
2006	117	22.1	25.1	20.2	29
2007	120	16.1	19.1	18.2	33
2008	100	12.1	-	8.2	27
2009	137	23.1	-	10.2	18
Médiane	121	27.1	5.2	7.3	28
Minimum	92	11.1	13.1	8.2	18
Maximum	207	1.4	22.4	3.5	68

Année	Durée sur le site de nidification [jours]	Début de la migration postnuptiale	Traversée du détroit de Gibraltar	Arrivée sur ses quartiers d'hiver	Durée de la migration postnuptiale [jours]
1999	-	12.8	28.8	7.9	26
2000	92a)	3.8	12.8	30.11	119
2001	113 a)	19.8	6.9	9.9	21
2002	173	6.9	24.9	7.11	62
2003	179	1.9	21.9	23.9	22
2004	- b)	- b)	-	23.9	- b)
2005	173	9.9	25.9	27.9	18
2006	195	3.9	17.9	18.9	15
2007	200	6.9	-	4.10	28
2008	204	30.8	-	8.9	9
2009	198	27.8	-	11.9	15
Médiane	173	31.8	17.9	23.9	22
Minimum	92	3.8	12.8	7.9	9
Maximum	204	9.9	25.9	30.11	119



Max (au milieu) avec son partenaire et avec un jeune. Salem D, 27 juin 2002.

bien plus que 50 000 km, petits déplacements quotidiens sur les lieux de nidification et d'hivernage non compris.

Au fil des ans, Max a quitté ses quartiers d'hiver de plus en plus tôt. Si elle a entamé sa migration printanière le 1^{er} avril lors de ses deux premières années, elle l'a amorcée le 27 février déjà lors de sa troisième année, le 7 février l'année suivante, puis en janvier ensuite (tabl. 2). Son arrivée sur ses sites de nidification, au nord du lac de Constance, s'est produite en mars les premières années, puis courant février depuis 2006, ce qui est conforme aux premières mentions de cigognes migratrices en Suisse dès la première moitié du mois de février, précédant le flux principal entre la mi-mars et fin mai (WINKLER 1999; MAUMARY *et al.* 2007). Une autre étude a déjà montré que les Cigognes blanches âgées reviennent en moyenne plus tôt que les jeunes et qu'elles connaissent aussi un meilleur succès de reproduction (VERGARA *et al.* 2007).

Max a régulièrement quitté sa zone de nidification entre fin août et les premiers jours de septembre (tabl. 2). La durée des migrations, que ce soit en automne ou au printemps, a beaucoup varié d'une année à l'autre. Certaines fois, Max a rapidement volé de son

aire de nidification vers Gibraltar pour continuer quelques jours plus tard vers son quartier d'hiver. D'autres fois, elle a entrepris plusieurs haltes, le plus souvent de 2 à 5 jours et exceptionnellement jusqu'à 14. Il est intéressant de noter que le voyage de printemps (médiane 28 jours) a duré plus longtemps que celui d'automne (médiane 22 jours; tabl. 2). Le trajet de son site de nidification jusqu'au sud de l'Espagne (1780 km en ligne droite) a nécessité le plus souvent de 11 à 16 jours, bien que, à la fin de l'été 2008, Max n'ait eu besoin que de 9 jours pour gagner son site d'hivernage de Madrid depuis ses quartiers d'été. La durée du séjour hivernal proprement dit a aussi beaucoup varié d'une année à l'autre, de 3 à 7 mois, contrairement à celle du séjour sur son lieu de nidification, beaucoup plus constante, puisque Max est restée entre 5,5 et 6,5 mois à Salem ou à Tüfingen.

Max a hiverné en 2000-2001 au nord de l'Algérie, 2007-2008 (fig. 1d) et 2009-2010 en Andalousie, 2008-2009 au centre de l'Espagne. Les sept autres hivers, elle les a passés dans le nord du Maroc, le plus souvent dans la région de Guercif, bien qu'il lui arrivait fréquemment de voler quelques douzaines de kilomètres vers l'ouest, occasionnellement

150 km jusque vers Fès, ou 200 km jusqu'à Mèknes. Max a ainsi montré une certaine fidélité, mais pas extrêmement marquée, à ses quartiers d'hivernage. La plupart des aires de repos qu'elle a choisies pendant ses migrations d'automne et de printemps n'ont plus été visitées les années suivantes, à l'exception des régions de Narbonne (sud de la France), de l'est de Lérida (nord de l'Espagne), du sud de Cordoue (sud de l'Espagne) et la ville de Fès (nord du Maroc).

Max, la star médiatique et ses records

Max est le premier animal suisse à avoir été localisé à l'aide de satellites pendant ses migrations et c'est aussi la première cigogne qui a pu être suivie dès sa naissance jusqu'à sa première couvée (BERTHOLD *et al.* 2002b; AEBISCHER & FASEL 2007). Depuis plus de 10 ans, l'oiseau est constamment localisé et est ainsi devenu l'animal au suivi satellitaire le plus long du monde, détrônant une autre Cigogne blanche, connue sous le nom de « Prinzesschen », qui avait pu être suivie lors de huit migrations aller-retour entre l'Allemagne et l'Afrique (BERTHOLD *et al.* 2004). Vu qu'environ deux tiers des jeunes cigognes meurent lors de leur première année (SCHAUB *et al.* 2004) et que les adultes sont aussi soumis à de nombreux dangers, le suivi de Max peut être qualifié de chanceux. Cet oiseau est resté jusqu'à présent épargné par les électrocutions sur les pylônes électriques, par les collisions avec des câbles aériens ou avec des véhicules, par les braconniers, les pesticides, les empoisonnements, ainsi que la famine. Max s'est pourtant plusieurs fois trouvée en grand danger, par exemple : au début mars 2005, près de Lunel (entre Nîmes et Montpellier F), lorsqu'elle fréquentait une région à châteaux d'eau à ciel ouvert dans lesquels plusieurs cigognes s'étaient noyées en 2000; les 14 et 15 février 2003, les 2 et 3 février 2004 et le 12 novembre 2007, lorsque Max a été localisée près du dépôt d'ordures qui avait vu périr par électrocution plus de 130 cigognes en 2000; ou encore en mars 2005, lorsqu'elle a construit un nid sur un pylône électrique dangereux, dont les câbles ont néanmoins été isolés peu après.

Les recherches sur la cigogne Max et l'actualisation régulière des cartes de déplacements sur Internet www.fr.ch/mhn ont permis de toucher des milliers de personnes intéressées. Au fil des ans, une vaste campagne d'informations (via Internet, des écoles, la presse écrite, la radio, etc.) a permis d'informer énormément de gens sur la migration des oiseaux et les dangers qui y sont liés. Max est ainsi devenue célèbre grâce à d'innombrables articles dans des journaux et magazines, à des communiqués diffusés à la radio et à la télévision et à Internet. Récemment, un livre lui a même été dédié (ALVES 2009).

Après la réussite du suivi de la Cigogne Max pendant plusieurs mois et après avoir pu élargir plus qu'escompté nos connaissances sur la migration des cigognes grâce à la balise Argos, nous avons décidé, en 2000, de poursuivre et d'étendre le projet à d'autres Cigognes blanches. En collaboration avec la Société suisse pour la Cigogne blanche (aujourd'hui « Cigogne Suisse ») et l'organisation alsacienne APRECIAL, d'autres individus ont ainsi été équipés d'un émetteur.

Notons encore que la mère de Max a été hébergée un certain temps au Musée d'histoire naturelle de Fribourg. Elle est née au printemps 1997 aux alentours de Mannheim et a été baguée le 19 juin comme oisillon. Le 4 septembre 1997, lors de sa migration automnale, elle est arrivée vers Bulle dans le canton de Fribourg, où elle a été trouvée affaiblie. Elle a été nourrie à la station de soins du Musée d'histoire naturelle de Fribourg pendant quelques jours. Ses forces retrouvées, elle a pu être relâchée le 12 septembre à Avenches. À l'âge de deux ans, elle y est revenue pour sa première nidification et y a élevé Max.

Conclusions

Avec Max, pour la première fois, une Cigogne blanche a pu être suivie lors de ses déplacements depuis sa naissance jusqu'à ce qu'elle se reproduise elle-même et au total pendant plus de 10 ans. Jamais auparavant, un animal n'a pu être suivi sur une période aussi longue. Le suivi à l'aide de satellites a permis d'obtenir de nombreux résultats sur les moda-



A. Aebischer

Max (à droite, antenne visible) avec son partenaire et les deux jeunes. Tüfingen D, 5 juin 2007.

lités de la migration des cigognes ainsi qu'un aperçu de la variabilité du déroulement des déplacements d'une année à l'autre. Max a montré que le même individu peut, certaines années, être fidèle à son quartier d'hiver de l'année précédente. D'autres années, il peut changer de site d'hivernage. La grande variabilité interannuelle se manifeste aussi dans les débuts de la migration, dans sa durée ainsi que dans sa vitesse.

La Cigogne blanche Max nous aura étonné plus d'une fois et nous avons pu constater grâce à la technologie contemporaine que les cigognes sont flexibles dans tous les domaines de leur vie pour autant que nous fassions preuve de bienveillance au moyen des revalorisations écologiques du paysage et de la diminution des dangers potentiels que peuvent représenter diverses constructions humaines telles les lignes électriques ou les châteaux d'eau.

Remerciements – Walter Schaub de l'ancien Institut Equestre National d'Avenches, Michael Kaatz, Robert Schoop et les pompiers d'Avenches ont participé à la pose de la balise sur Max. Michael Kaatz et Ulrich Querner nous ont donné des conseils techniques. Walter Angst et Roland Hilgartner ainsi que l'équipe du « Affenberg » à Salem D nous ont informés sur les activités de Max pendant la période de reproduction et ont organisé la capture de Max en été 2007. Heide Bürgermeister, de Tüfingen, nous a réguliè-

ment communiqué les événements autour du nid de Max. Le projet n'a pu être réalisé que grâce au soutien financier de plusieurs institutions et personnes: les Amis du Musée d'histoire naturelle de Fribourg, la Fondation Rita Roux, le Cercle Ornithologique de Fribourg et beaucoup de donateurs privés. La Fédération suisse pour l'élevage des petits animaux a décerné le « Prix Tierwelt 2006 » au « Projet Max ». Pierre Beaud, Alain Barbalat, Bertrand Posse et Francesca Cheda ont relu et amendé le manuscrit. Que toutes les personnes qui ont contribué à la réalisation du projet soient ici chaleureusement remerciées.

Résumé – Les 10 ans de «Max»: suivi à long terme d'une Cigogne blanche *Ciconia ciconia* par satellites.

En juillet 1999, une Cigogne blanche est munie d'une balise Argos à Avenches VD. Elle commence sa première migration le 12 août 1999, traverse la France, l'Espagne et le détroit de Gibraltar puis, après avoir fait un détour par le Sahara, passe l'hiver près de la ville de Guercif, au nord du Maroc. Au printemps et durant une partie de l'été 2000, elle séjourne au sud de Madrid E avant de retourner au Maroc. L'oiseau passe ensuite son deuxième hiver au nord de l'Algérie. L'année suivante, il regagne l'Europe centrale, où il visite différents sites, près de Salem D, au nord du lac de Constance. De 2002 à 2006, la cigogne hiverne chaque fois au nord du Maroc. Depuis 2007, elle ne traverse plus le détroit de Gibralt-



tar, mais hiverne en Espagne. Depuis 2002, elle élève chaque année entre 2 et 4 jeunes dans la région entre Salem et Tüfingen D. Lors de ses migrations, elle parcourt entre 100 et 250 km par jour, parfois plus de 300 km, voire même une fois plus de 500 km en un seul jour ! La distance entre son site de reproduction et ses quartiers d'hiver en Afrique du Nord est d'environ 2500 km. La migration automnale a le plus souvent duré entre 15 et 28 jours, la migration printanière, entre 18 et 33 jours. Les deux premières années, lorsque cette cigogne ne se reproduisait pas encore, elle quittait son quartier d'hiver le 1^{er} avril. L'année suivante, elle entamait son retour le 27 février déjà. Depuis, elle repart chaque fois entre la mi-janvier et le début février. La durée de son séjour dans ses quartiers d'hiver est de 92 à 207 jours, tandis que son séjour au site de nidification dure entre 173 et 204 jours. Max est la première Cigogne blanche à être suivie depuis sa naissance jusqu'à l'âge adulte. Elle détient aussi le record mondial de l'animal dont les déplacements ont pu être suivis le plus longtemps par satellites.

Zusammenfassung – Langzeitverfolgung eines Weisstorchs *Ciconia ciconia* mittels Satelliten: die 10-jährige Reise von «Max».

Im Juli 1999 wurde auf einem Weisstorch in Avenches VD ein Satellitensender angebracht. Der «Max» genannte Vogel begann am 12. August 1999 seine erste Wanderung über Frankreich, Spanien und die Meerenge von Gibraltar nach Marokko, wo er den ersten Winter verbrachte. Als einjähriger, noch nicht fortpflanzungsfähiger Storch verbrachte er den Sommer in Zentralspanien. Im folgenden Herbst zog er über Umwege nach Nordalgerien um dort zu überwintern. Im nächsten Sommer besuchte Max Süddeutschland und kehrte in den folgenden Jahren mehrmals in den Norden Marokkos zurück um dort den Winter zu verbringen. Im Herbst 2007 zog er erstmals nicht über die Meerenge von Gibraltar, sondern überwinterte in Südspanien. Den Winter 2008-2009 verbrachte er in der Nähe von Madrid und den folgenden Winter wiederum in Andalusien. Seit dem Jahr 2002 zieht er nördlich des Bodensees alljährlich erfolgreich 2 bis 4 Junge auf. Pro Zugtag wurden meist zwis-

chen 100 und 250 km zurückgelegt, manchmal über 300 km und einmal über 500 km. Die Distanz zwischen Brutplatz und Winterquartier in Nordafrika betrug rund 2500 km. Der Herbstzug dauerte meist zwischen 2 und 4 Wochen, der Frühjahrszug meist zwischen 2.5 und 5 Wochen. In den ersten beiden Jahren, als Max noch nicht zur Brut schritt, verliess er das Winterquartier erst am 1. April, im dritten Jahr begann er die Rückreise nach Europa bereits Ende Februar und in den folgenden Jahren jeweils zwischen Mitte Januar und Anfang Februar. Max blieb jeweils zwischen 3 und fast 7 Monate im Winterquartier und zwischen 5,5 und 6,5 Monate am Brutplatz. Noch nie zuvor konnten die Wanderungen eines Storchs vom Nestlingsalter bis zur eigenen Brut überwacht werden. Max ist zudem weltweit jenes Tier, das am längsten mit Hilfe von Satelliten verfolgt werden konnte.

Summary – «Max» is ten years old: Long term satellite study of a White Stork *Ciconia ciconia*.

In July 1999 a White Stork was equipped with an Argos beacon at Avenches, Canton of Vaud. On 12 August 1999 it began its first migration by crossing France, Spain and the Straits of Gibraltar, then after a detour by the Sahara it spent the winter near the town of Guercif in northern Morocco. The spring and part of the summer of 2000 were spent south of Madrid before a second winter in the north of Algeria. The following year the bird headed for Central Europe where it visited several sites near Salem, Germany, on the northern side of the Lake of Constance. From 2002 to 2006 the bird wintered every year in northern Morocco; however since 2007 the bird no longer crosses the Straits of Gibraltar and winters in Spain. Since 2002 Max, which is in fact a female, has raised every year between 2 and 4 chicks in the region between Salem and Tüfingen, Germany. During migration distances of between 100 to 250 km per day are accomplished, sometimes 300 km and on one occasion more than 500 km in a single day. From its breeding quarters the distance to the wintering area in North Africa is about 2500 km. The autumn migration takes between 15 and 28 days while the spring migration lasts between 18 and 33 days.

In the first two years before the bird had began to breed it left its winter quarters on 1st April. The following year the return migration began the 27th February since then the spring migration has begun between the middle of January and the beginning of February. The time spent in the winter quarters varies from 92 to 207 days and the time spent at the breeding site

varies from 173 to 204 days. Max is the first White Stork to have been studied from its birth until adulthood. The bird also holds the world record for the animal whose movements have been followed by satellite for the longest time. (Translation: M. Bowman)

Bibliographie

- AEBISCHER, A. & A. FASEL (2007): Variationen des Vogelzugs: das Beispiel des Weissstorchs « Max ». *Bull. Soc. Frib. Nat.* 96 : 57-81.
- ALVES, K. (2009): *Eine Störchin namens Max – Das Leben ist kein Froschbuffet*. Tierschutzverlag, Zürich.
- BAIRLEIN, F. (1981): Analyse der Ringfunde von Weissstörchen *Ciconia ciconia* aus Mitteleuropa westlich der Zugscheide: Zug, Winterquartier, Sommerverbreitung vor der Brutreife. *Vogelwarte* 31 : 33-44.
- BERTHOLD, P., E. NOVAK & U. QUERNER (1995): Satelliten-Telemetrie eines Zugvogels von Mitteleuropa bis in das südafrikanische Winterquartier: eine Fallstudie am Weissstorch. *J. Ornithol.* 136: 73-76.
- BERTHOLD, P., W. VAN DEN BOSSCHE, Y. LESHEM, C. KAAZT, M. KAAZT, E. NOWAK & U. QUERNER (1997): Satelliten-Telemetrie der Jahreswanderungen eines Weissstorchs und Diskussion der Orientierungsmechanismen des Heimzugs. *J. Ornithol.* 138: 229-233.
- BERTHOLD, P., W. VAN DEN BOSSCHE, Z. JAKUBIEC, C. KAAZT, M. KAAZT & U. QUERNER (2002a): Long-term satellite tracking sheds light upon variable migration strategies of white storks (*Ciconia ciconia*). *J. Ornithol.* 143: 489-495.
- BERTHOLD, P., A. AEBISCHER, M. KAAZT & U. QUERNER (2002b): Erstnachweis der Wanderungen und Aufenthaltsgebiete eines Weissstorchs *Ciconia ciconia* vom Ausfliegen bis zum ersten Brüten mit Hilfe der Satelliten-Telemetrie. *Ornith. Beob.* 99: 227-229.
- BERTHOLD, P., M. KAAZT & U. QUERNER (2004): Long-term satellite tracking of white stork (*Ciconia ciconia*) migration: constancy versus variability. *J. Ornithol.* 145: 356-359.
- BIBER, O. & M. MORITZI (1997): Trendwende beim Weissstorch. *Wildbiologie* 1/97: 1-12.
- BIBER, O., M. MORITZI & R. SPAAR (2003): Der Weissstorch *Ciconia ciconia* in der Schweiz – Bestandsentwicklung, Altersaufbau und Bruterfolg im 20. Jahrhundert. *Ornithol. Beob.* 100: 17-32.
- BLOESCH, M. (1980): Drei Jahrzehnte Schweizerischer Storchansiedlungsversuch (*Ciconia ciconia*) in Altreu, 1948-1979. *Ornithol. Beob.* 77: 167-194.
- BOETTCHER-STREIM, W. (1986): Der Wiederansiedlungsversuch des Weißstorchs in Altreu/Schweiz. *Beih. Veröff. Naturschutz Landschaftspf. Bad.-Württ.* 43: 315-328.
- CLOBERT, J., E. DANCHIN, A. DHONDT & J. D. NICHOLS (2001): *Dispersal*. Oxford University Press, Oxford.
- FATIO, V. & T. STUDER (1930): *Les Oiseaux de la Suisse*. XVI^e livraison: *Charadriiformes, Gruiformes, Ardeiformes, Ralliformes, Phoenicopteriformes*. Département fédéral de l'Intérieur, Berne.
- MAUMARY, L. & J. DUPLAIN (2003): Modalité du vol migratoire chez la Cigogne blanche *Ciconia ciconia* au-dessus du Plateau romand (Suisse occidentale). *Nos Oiseaux* 50: 173-176.
- MAUMARY, L., L. VALLOTTON & P. KNAUS (2007): *Les Oiseaux de Suisse*. Station ornithologique suisse, Sempach & Nos Oiseaux.
- MEYBURG, B. & C. MEYBURG (2007): Quinze années de suivi de rapaces par satellites. *Alauda* 75: 265-286.
- SCHAUB, M., R. PRADEL & J.-D. LEBRETON (2004): Is the reintroduced white stork (*Ciconia ciconia*) population in Switzerland self-sustainable? *Biol. Cons.* 119: 105-114.
- SCHAUB, M., W. KANIA & U. KÖPPEN (2005): Variation of primary production during winter induces synchrony in survival rates in migratory white storks *Ciconia ciconia*. *J. Anim. Ecol.* 74: 656-666.
- STRAHM, J. (1982): *Die Vögel des Kantons Freiburg*. Imprimerie Saint-Paul, Freiburg.
- VERGARA, P., J. I. AGUIRRE & M. FERNÁNDEZ-CRUZ (2007): Arrival date, age and breeding success in white stork *Ciconia ciconia*. *J. Avian Biol.* 38: 573-579.
- WINKLER, R. (1999): *Avifaune de Suisse*. Nos Oiseaux, suppl. 3.

Adrian AEBISCHER, Imp. du Castel 20, CH–1700 Fribourg; courriel: adaebischer@pwnet.ch
André FASEL, Musée d'histoire naturelle de Fribourg, Ch. du Musée 6, CH–1700 Fribourg; courriel: fasela@fr.ch

