

Olivier Duriez olivier.duriez@cefe.cnrs.fr

Killian Grégory – Manon Tyssandier – Manon Billard

Jocelyn Fonderflick, Lea Giraud

Quantification du comportement d'alimentation hors placettes des vautours fauves (*Gyps fulvus*) dans les Causses



CENTRE D'ÉCOLOGIE
FONCTIONNELLE
& ÉVOLUTIVE



Ressources alimentaires des vautours

Carcasses ongulés

Faune sauvage

Bétail domestique

- **Trouvé en nature**
- **Autorisé en haute montagne**



Ressources alimentaires des vautours

Causes: Abondance d'ongulés → carcasses

430.000 brebis+agneaux → Roquefort + viande

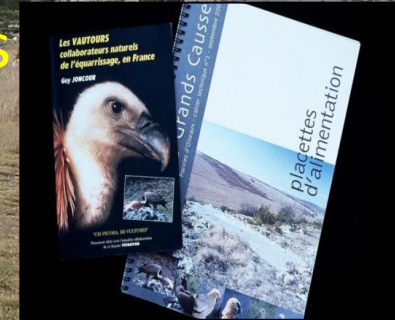
4% mortalité par an → 19.300 carcasses disponibles

→ **Potentialités pour nourrir >1100 vautours fauves** (estimations 2011)



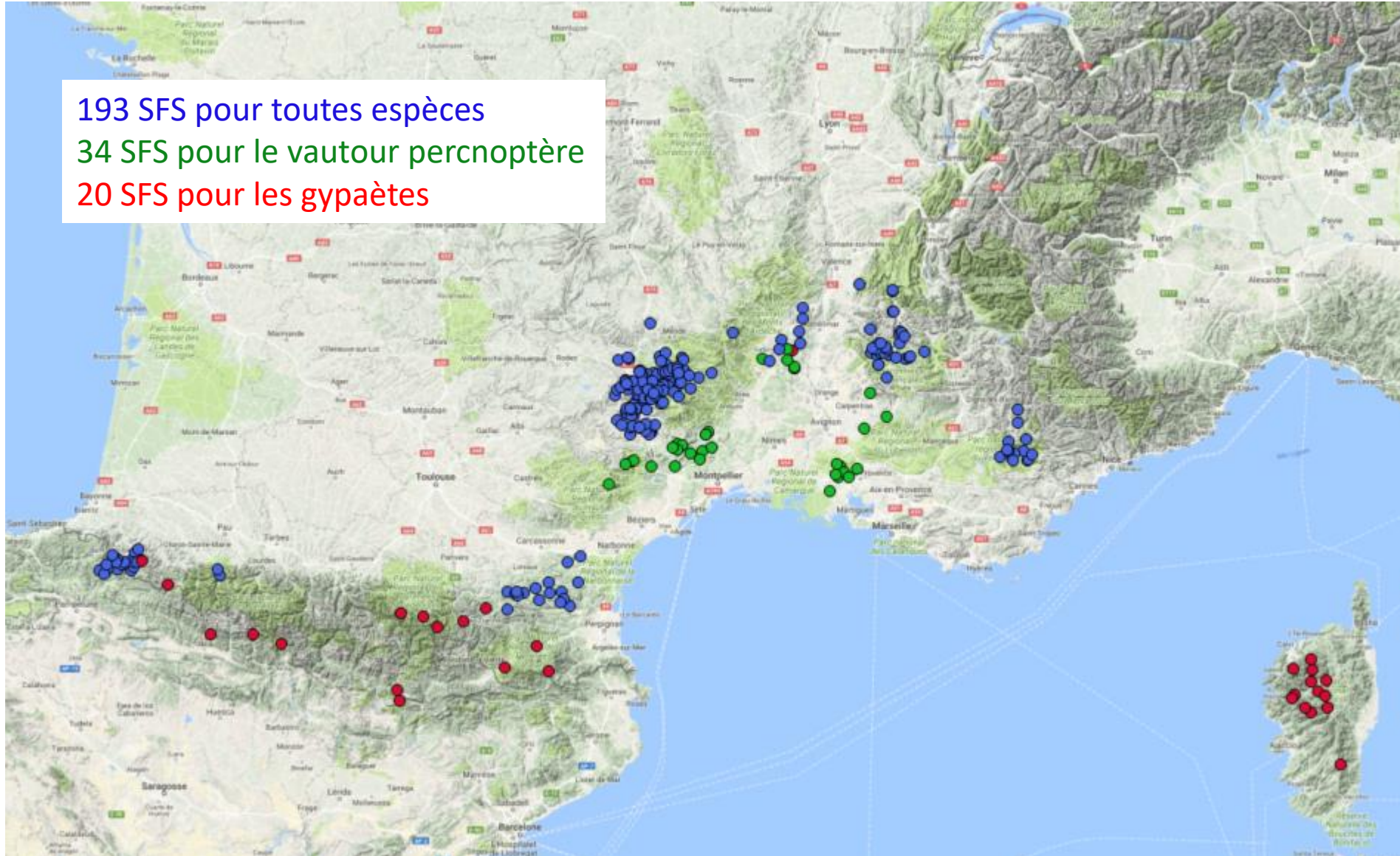
Placettes individuelles d'équarrissage (recyclage) naturel

- 1998: la loi française reconnaît le rôle des vautours en tant qu'équarrisseurs naturels
- Éleveurs volontaires demandent un permis à la préfecture et DSV
- Chaque animal mort est déposé sur la placette
- Seulement quelques carcasses par mois

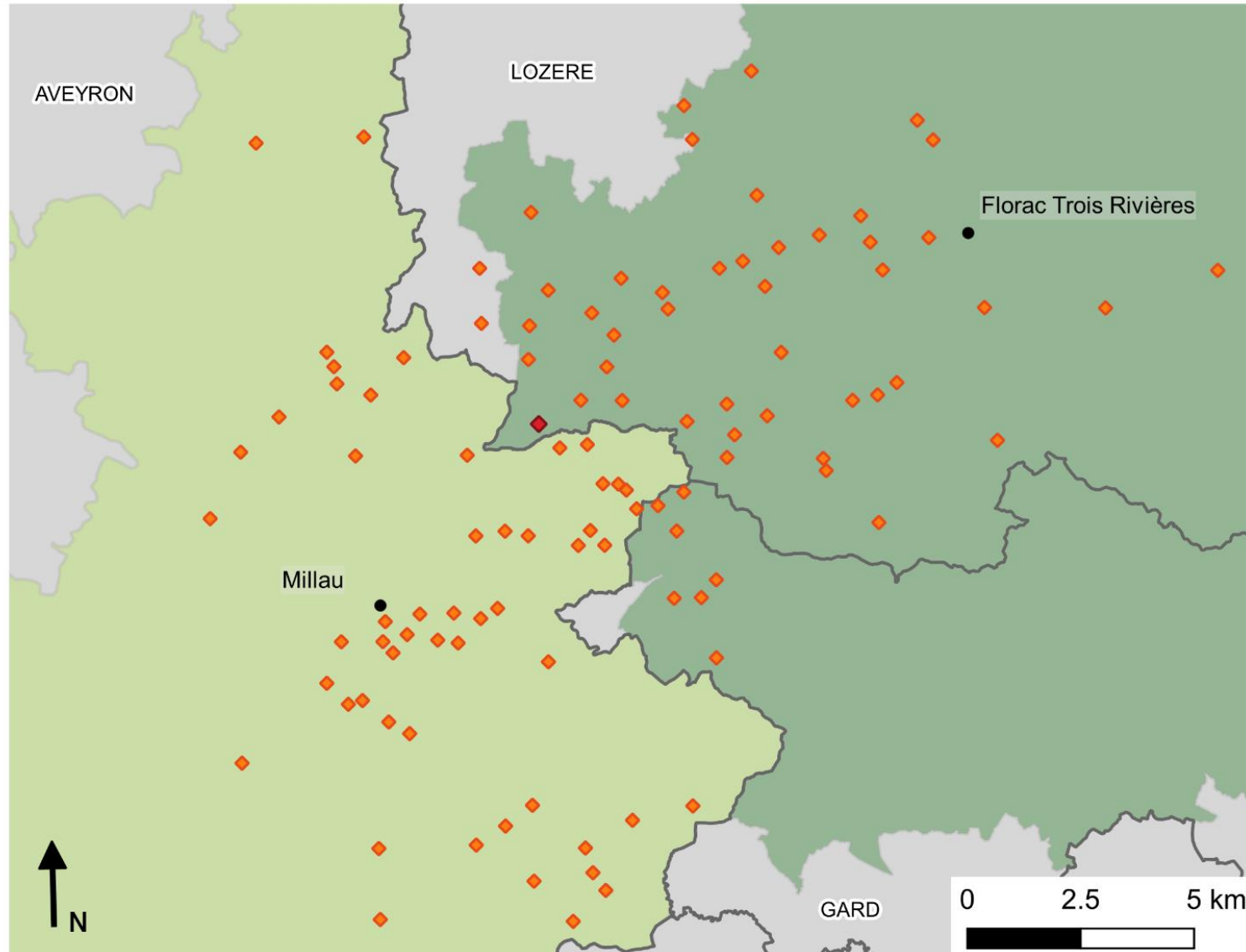


Placettes de soutien alimentaire des vautours en France

193 SFS pour toutes espèces
34 SFS pour le vautour percnoptère
20 SFS pour les gypaètes



103 placettes sur les Grands Causses



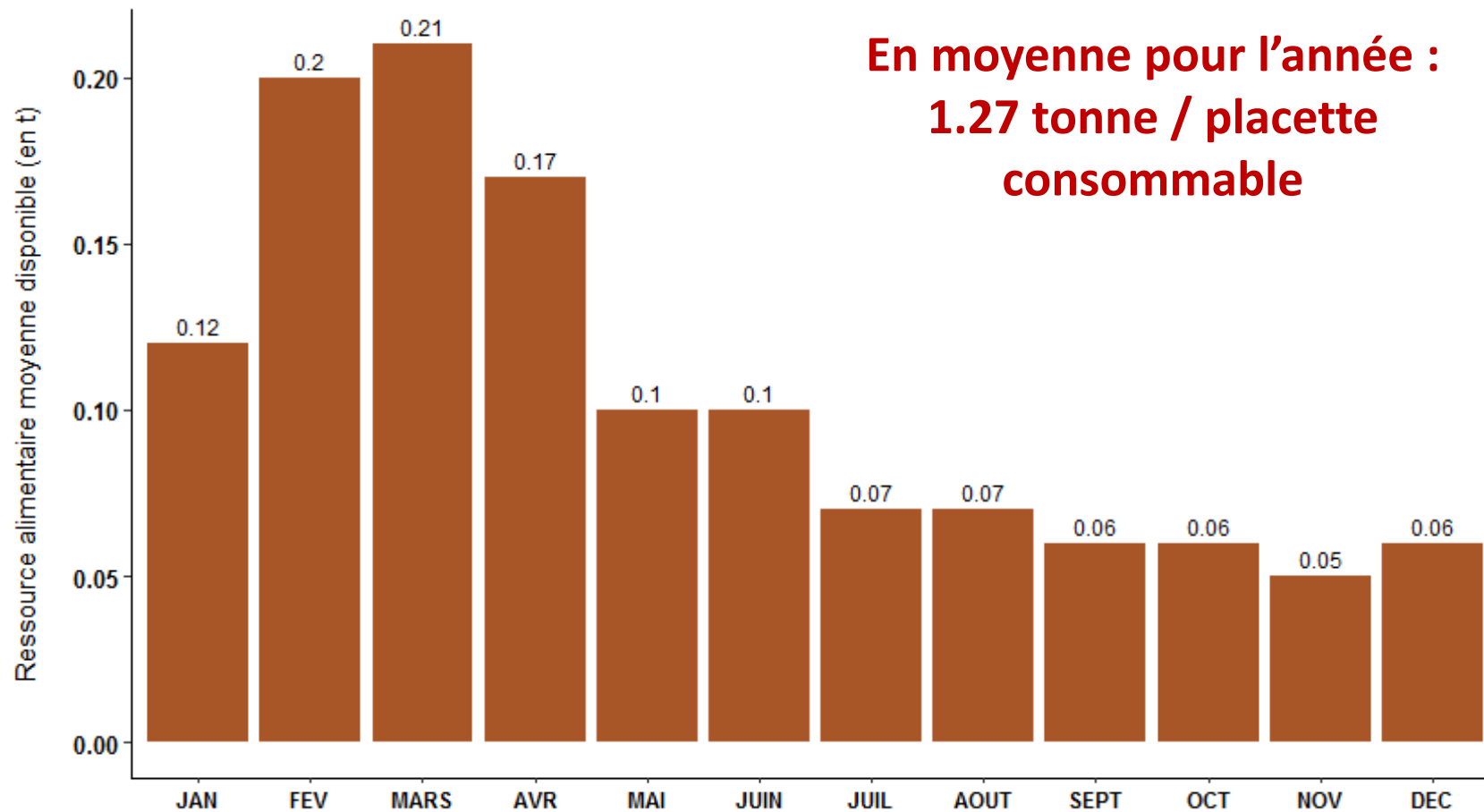
En 2020 : 103 placettes individuelles actives

Majorité de placettes avec des dépôts exclusivement ovins

- ◆ Placettes individuelles
- ◆ Charnier collectif de Cassagnes
- Parc national des Cévennes
- Parc naturel régional des Grands Causses
- Limites départementales

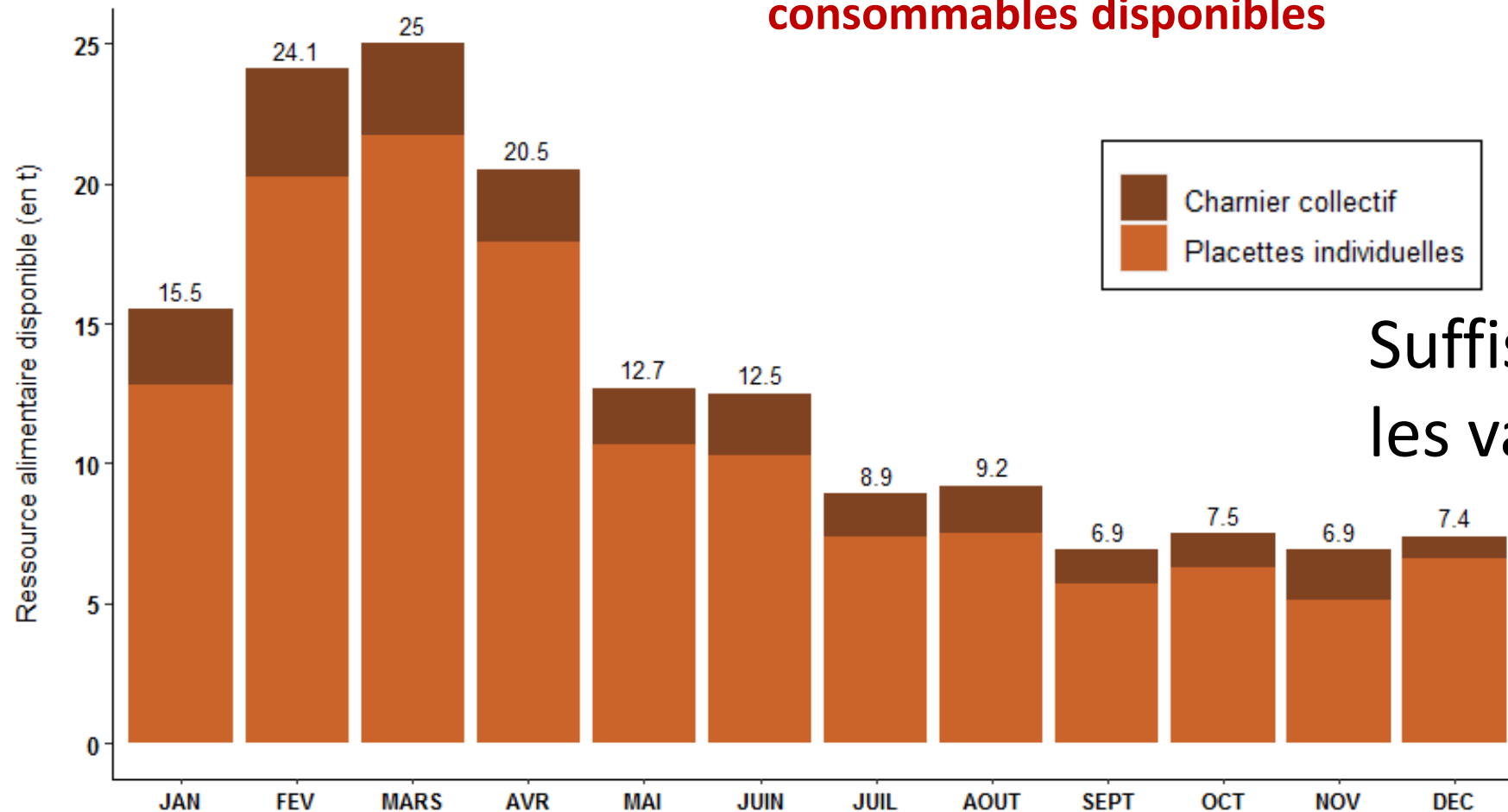
Estimation de la ressource moyenne déposée sur une placette en 2020

Dépôts précis récupérés pour 56 placettes individuelles sur les 103 actives



Estimation de la ressource totale déposée sur les placettes en 2020

**Total pour l'année : 157 ± 6 tonnes
consommables disponibles**



Suffisant pour
les vautours?

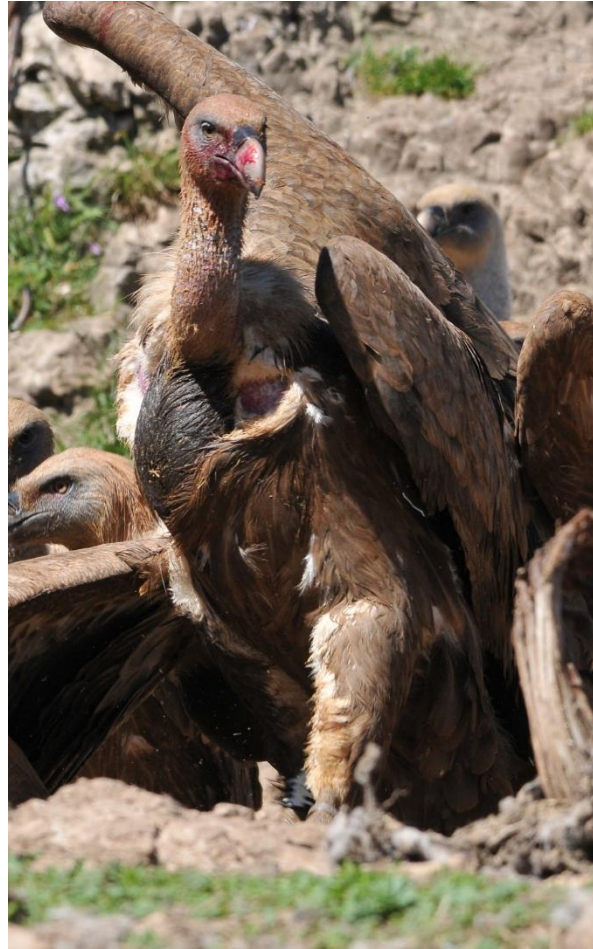
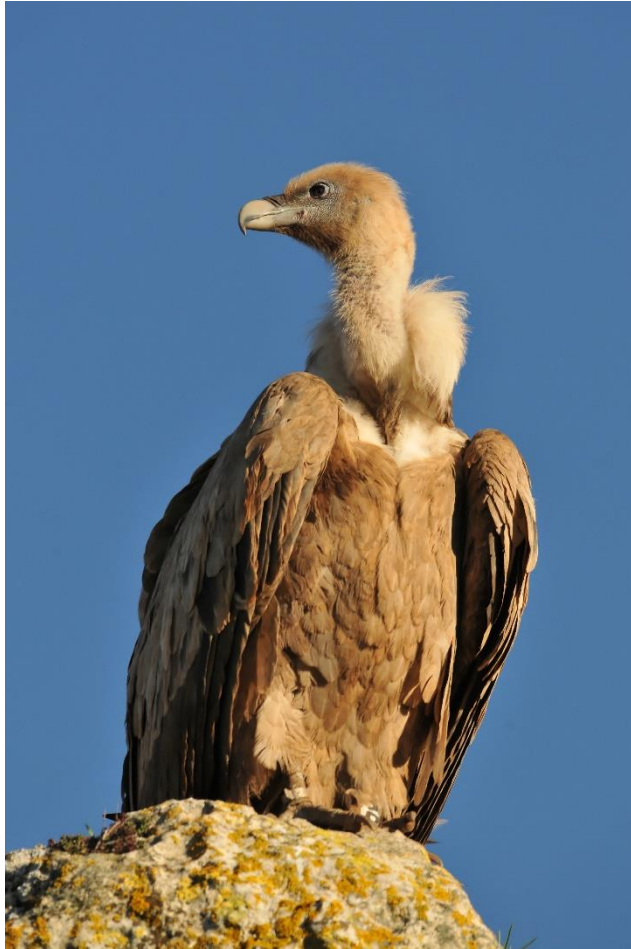
Combien mange un vautour?



→ comprendre l'adéquation entre les populations de vautours et leurs ressources alimentaires

→ **Stage M2 Manon Tyssandier**

Combien mange un vautour?



Arrivée: jabot vide



Départ: jabot 1.5 kg

Combien mange un vautour?



départ: jabot vide parfois....



Départ: jabot 1.5 kg

Combien mange un vautour en moyenne par jour?

Équations allométriques établies selon le métabolisme M et la masse W de l'animal

L'équation donnée par Kendeigh est la suivante pour les oiseaux non-passereaux :

$$\log M = 0,6372 + 0,5300 \log W \pm 0,0630$$

→ 330 – 600 g / jour

Auteur et date	Espèce	Méthode	Poids moyen utilisé dans le calcul (kg)	BMR (kJ/jour)	DEM (kJ/jour)	DEE (kJ/jour)	Besoins alimentaires journaliers (g/jour)
Houston, 1973	<i>G.rueppelli</i>	Equation de Kendeigh (1970)	7,2	1365	1942	2052-2638	335,4 (Crocker, 2002)
Mundy, 1985	<i>Gyps.sp</i>	Estimation faite à partir des besoins en captivité, un oiseau libre mange 1,5 plus qu'un oiseau captif	7,5				600
Natorp, 1986 (dans Chassagne, 1998)	<i>G.fulvus</i>	Equation de Kendeigh (1970) et estimation des dépenses journalières	7	1340	1675	3454	494 (Crocker, 2002)
Donázar, 1993	<i>G.fulvus</i>	Equation de Kendeigh (1970)	Non indiqué		A 30°C : 2223 A 0°C : 2299	A 30°C : 2470-3178 A 0°C : 2554-3282	A 30°C : 472-607 A 0°C : 488-627

Tableau 1 : Récapitulatif des résultats trouvés dans les études portant sur l'estimation des besoins énergétiques des vautours par le calcul.

Combien mange un vautour en moyenne par jour?

Expérimentations sur vautours captifs en zoo

➔ 360 – 430 g / jour

➔ Combien faut-il donner par jour pour garder un poids stable?

Auteur et date	Espèce	Méthode	Nombre d'individus testés	Poids moyen testé (kg)	BMR (kJ/jour)	DEM (kJ/jour)	DEE (kJ/jour)	Besoins alimentaires journaliers (g/jour)
Houston, 1973	<i>G.rueppelli</i>	Pesée avant et après les repas, poids de nourriture ingéré contrôlé, nourri avec des tissus musculaires, les besoins correspondent à la quantité ingérée quand le poids est constant, captivité	3	7,2 (testé sur des individus plus léger et calculé pour ce poids)			1742-2236	360
Mendelssohn & Leshem, 1983	<i>G.fulvus</i>	Pesée, étude du nombre de fois et de la quantité consommée à chaque repas, nourriture <i>ad libitum</i> , captivité	1 (jeune femelle)	6,320 (6,500 à la fin de l'étude)				429 (3kg/semaine)
Komen, 1992	<i>G.coprotheres</i>	Mesure de l'énergie de la nourriture et de l'énergie présente dans les excréta, pesée régulière des individus, nourriture <i>ad libitum</i> , captivité	10 (certains individus utilisés plusieurs fois)	8,3		2505 (free-living)	3006 (x1,2 DEM estimé par Komen)	416,8 (Crocker, 2002)
Prinzinger, 2002	<i>G.fulvus</i>	Respirométrie, captivité et semi-liberté	14	7,6	1058			

Tableau 2 : Récapitulatif des résultats trouvés dans les études portant sur l'estimation des besoins énergétiques des vautours par l'expérimentation.

Combien mange un vautour en moyenne par jour?



Expériences en captivité: ~400 g / jour

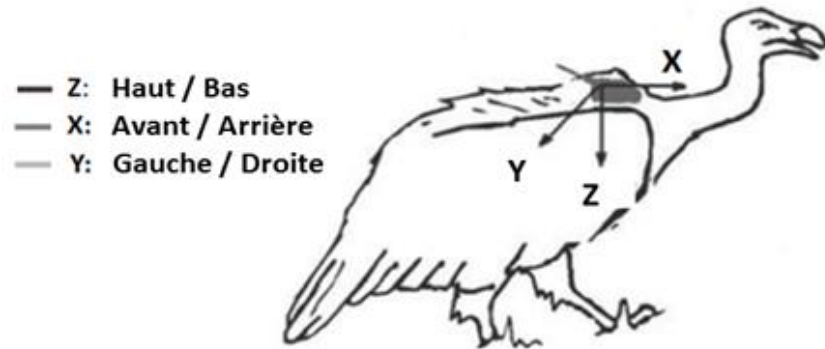
Et en nature? → budget temps et énergétique

Suivi télémétrique par GPS



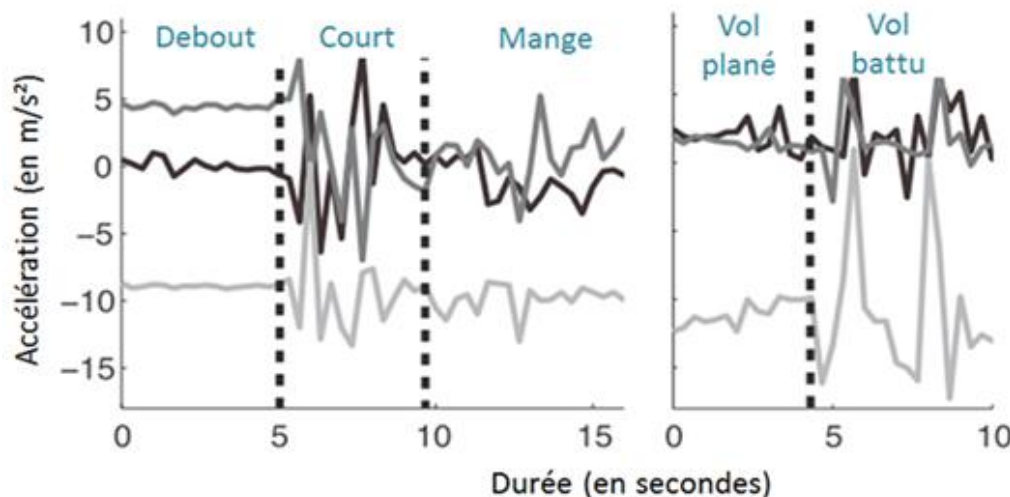
Méthodes: Détermination des comportements

- Individus équipés de
 - récepteurs GPS
 - **accéléromètre (ACC)**



☐ Budget-temps

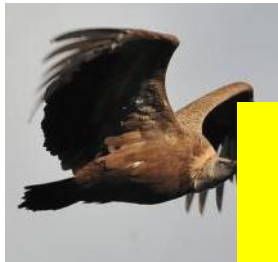
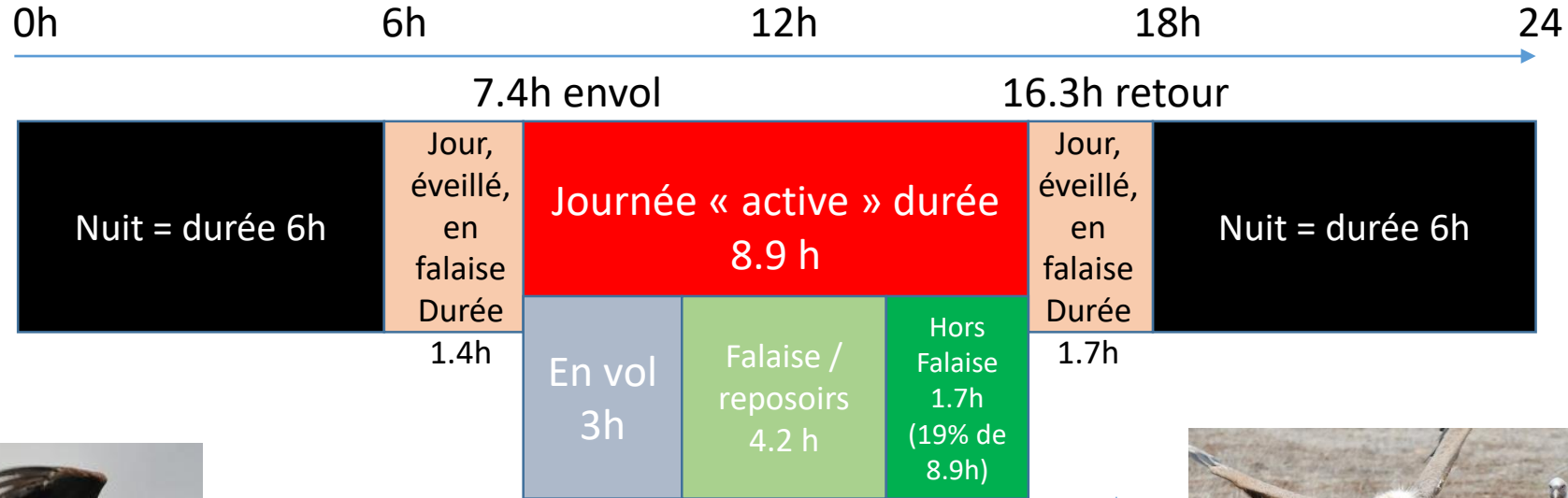
☐ Dépenses énergétiques



proxy de l'activité (ODBA)

Fluhr J, Benhamou S, Peyrusque D, Duriez O. 2021.
Journal of Raptor Research **55**:425–437.

Budget temps des vautours



12.4% battu = durée 0.375 h



87.6% plané
= durée 2.63 h

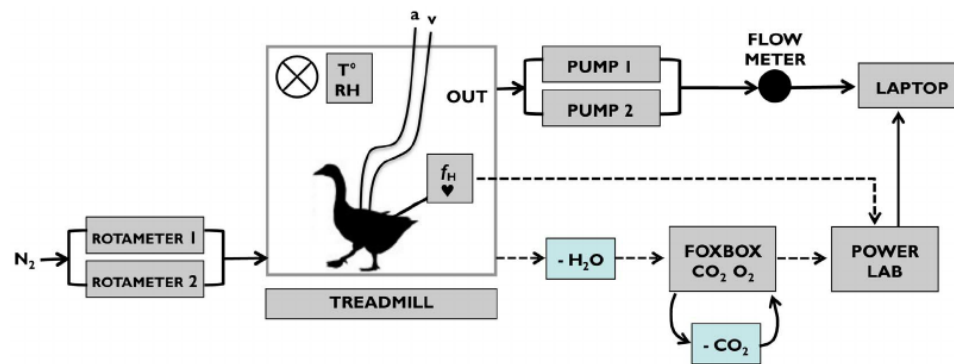
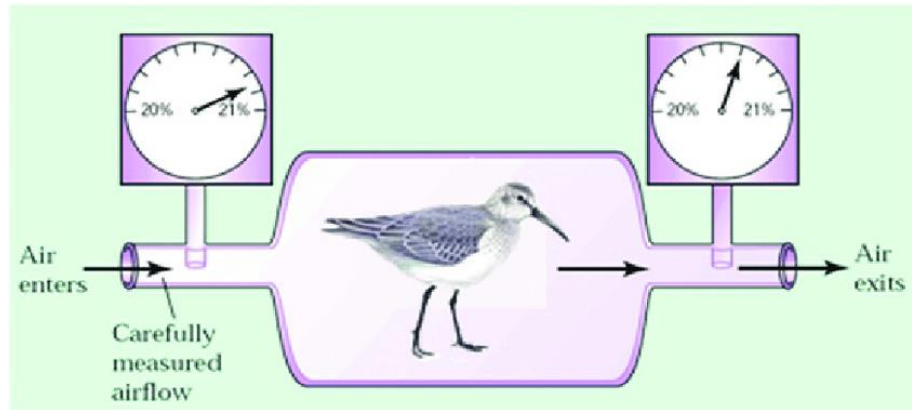


31.5% alimentation = durée 0.54h

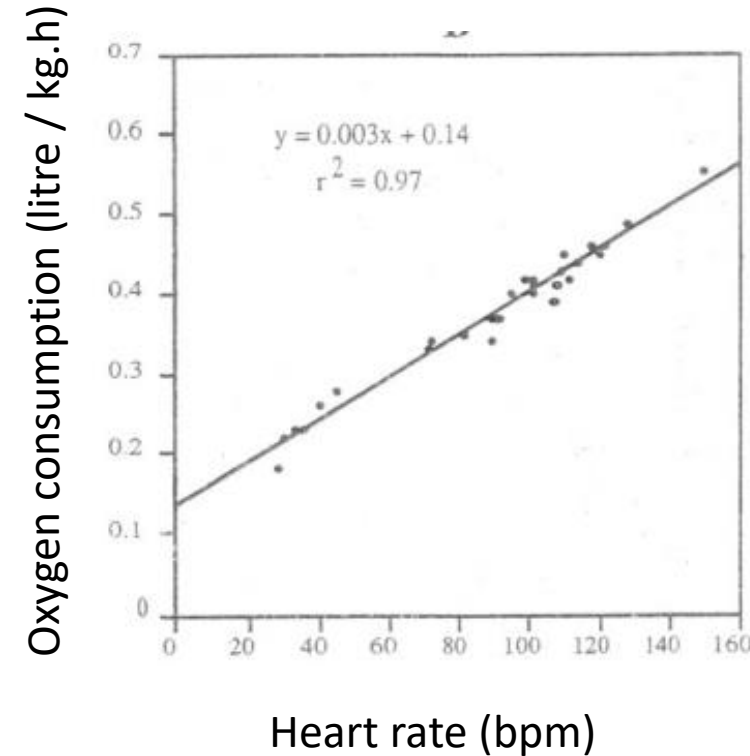
68.5% inactif = durée 1.16h

Fluhr J, Benhamou S, Peyrusque D, Duriez O. 2021. Journal of Raptor Research **55**:425–437.

Budget énergétique des vautours



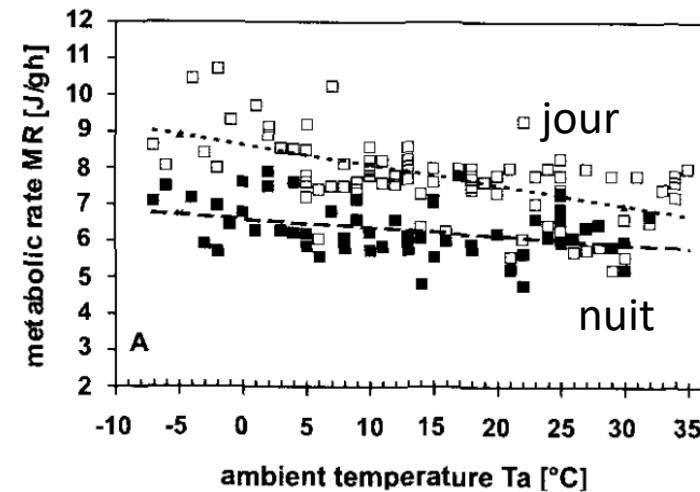
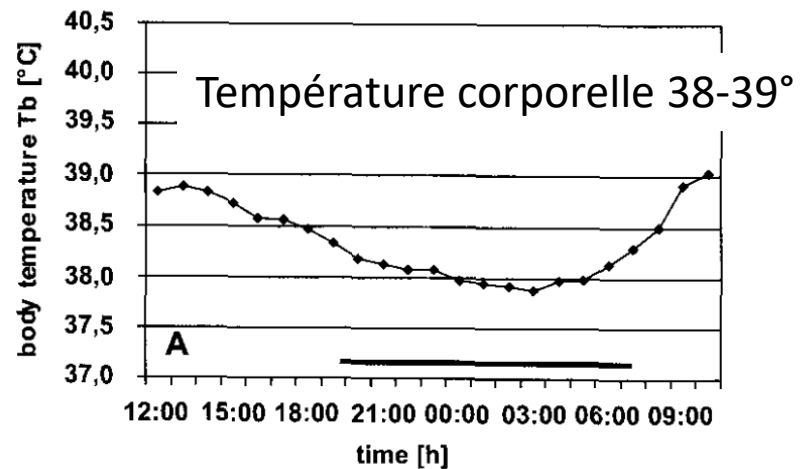
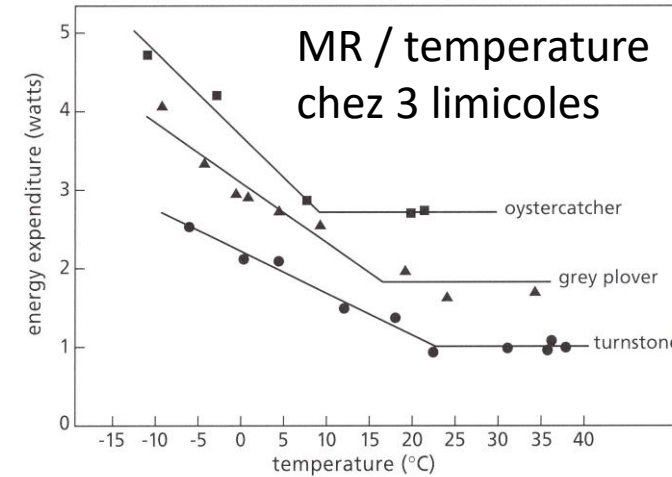
Vautour fauve marchant sur un tapis roulant dans une chambre respirométrique



- ➔ Corrélation VO₂ / rythme cardiaque
- ➔ BMR $1.6 \pm 0.7 \text{ W.kg}^{-1}$

Bahat, O. 1995. PhD Tel-Aviv University., Prinzinger et al 2002 J Ornith

Budget énergétique des vautours



Vautour fauve: Excellente isolation thermique
→ Coût de la thermorégulation négligeable

Énergétique du vol : rythme cardiaque



Balise GPS de haute precision

→ Position (précision < 1m), altitude

Acceleromètre 3-D

→ Battements d'aile et posture du corps

Electrocardiogramme ECG

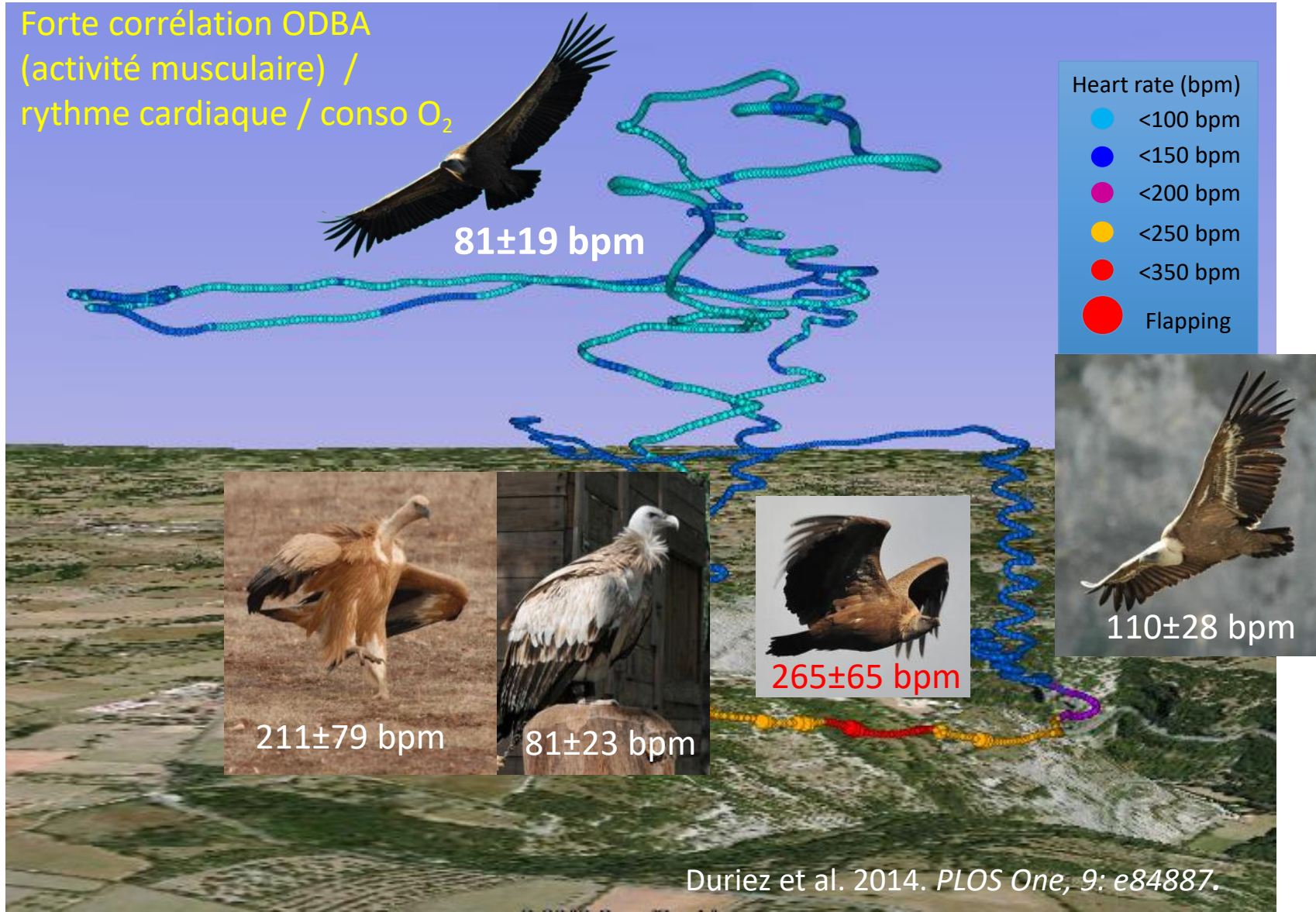
→ Rythme cardiaque

Stage M2 Clara Tromp (2011)
Collab Y. Ropert-Coudert



Énergétique du vol : rythme cardiaque

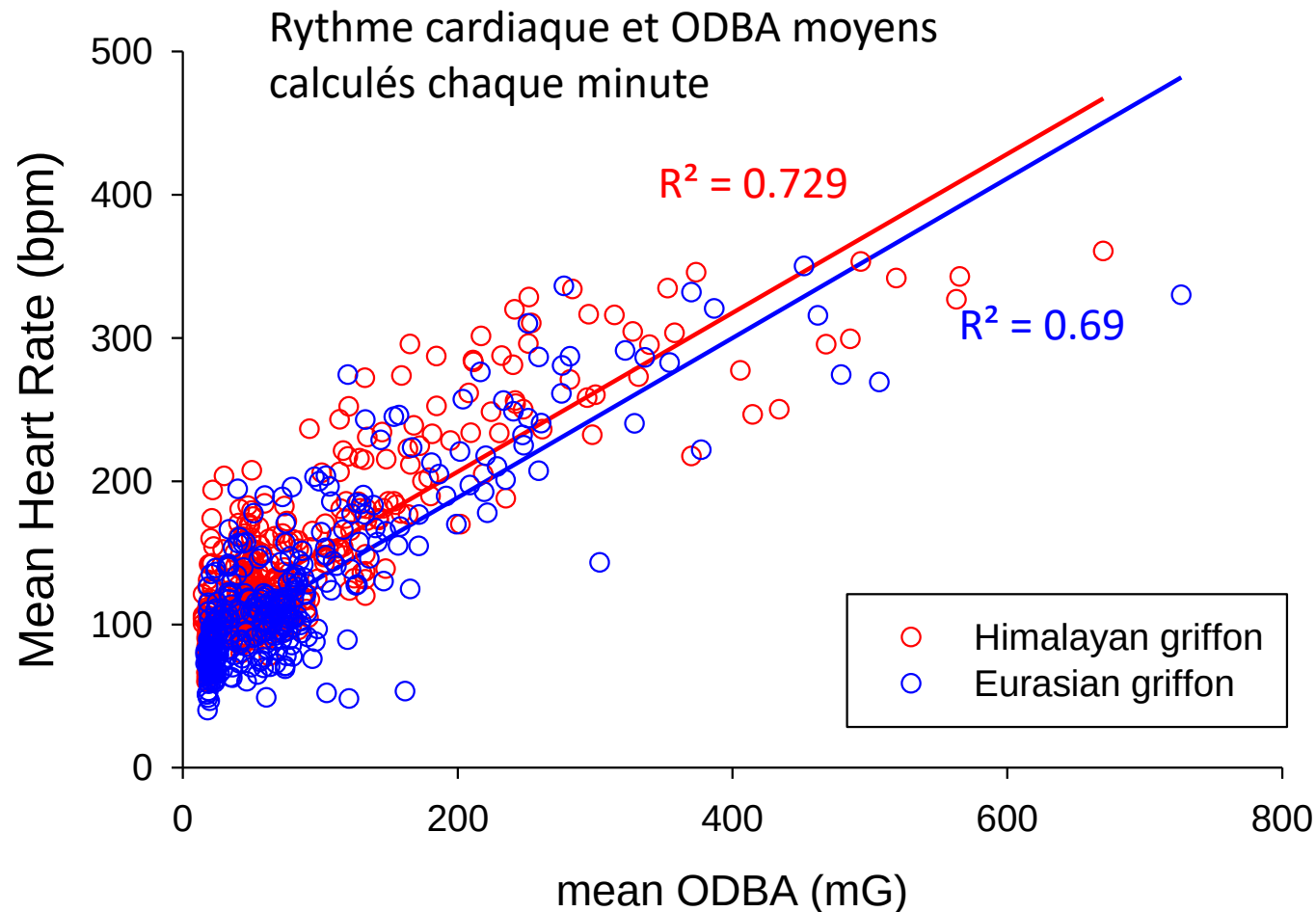
Forte corrélation ODBA
(activité musculaire) /
rythme cardiaque / conso O_2



→ Le vol plané a le même coût énergétique que de rester perché

→ Décollages et atterrissages sont très coûteux en énergie

Énergétique du vol : rythme cardiaque

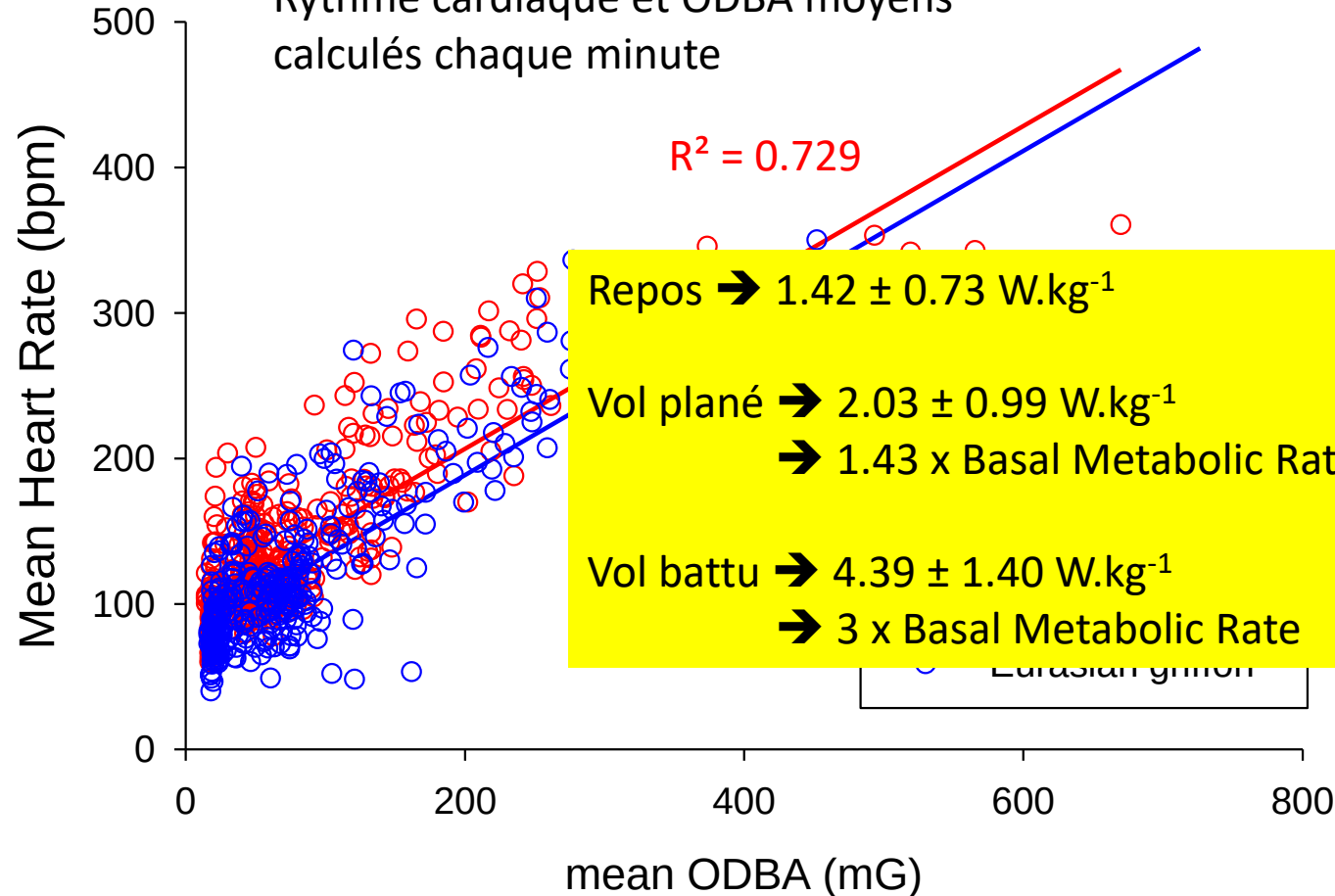


➔ ODBA est un excellent proxy du rythme cardiaque en vol

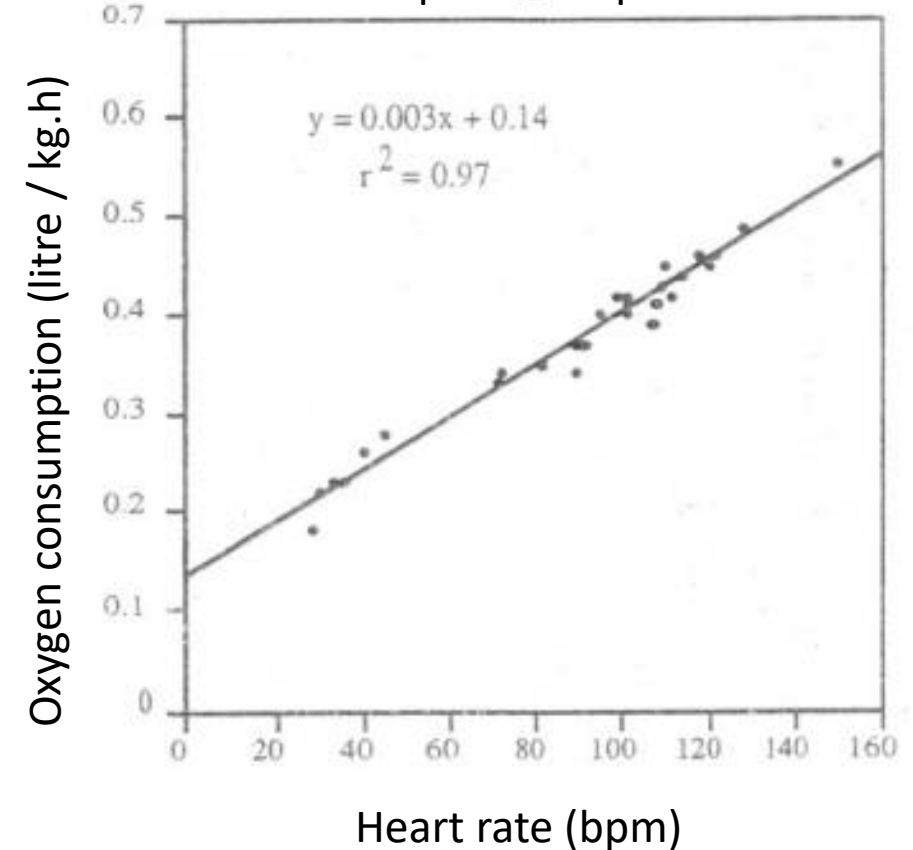
➔ Accelerometre ➔ étude énergétique sur le terrain

Énergétique du vol : rythme cardiaque

Rythme cardiaque et ODBA moyens
calculés chaque minute

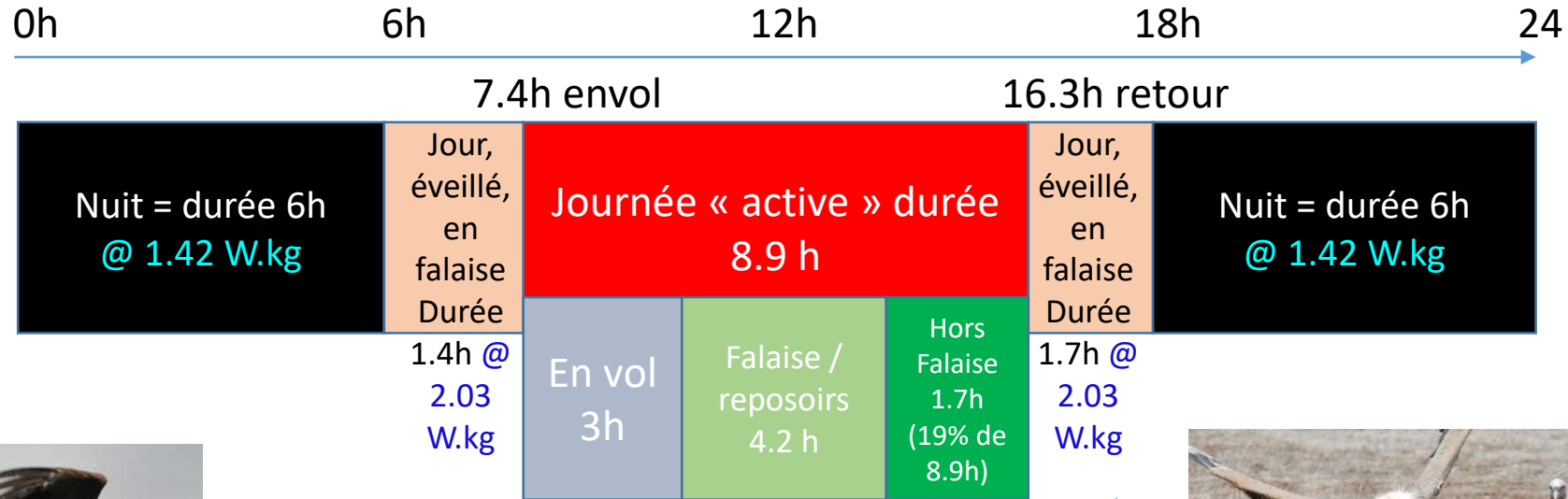


Vautour fauve marchant sur un tapis roulant
dans une chambre respirométrique



- ODBA est un excellent proxy du rythme cardiaque en vol
- Accelerometre → étude énergétique sur le terrain

Budget énergétique des vautours



12.4% battu = durée 0.375 h
@ 4.39 W.kg



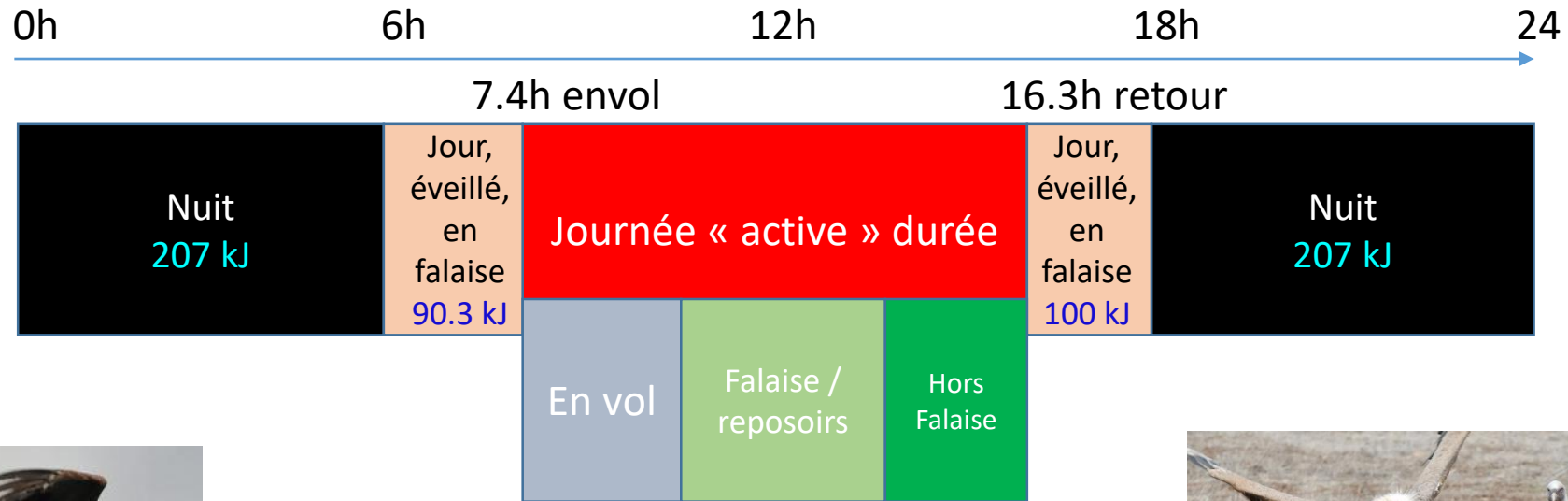
87.6% plané
= durée 2.63 h
@ 2.03 W.kg



31.5% alimentation = durée 0.54h
@ 4.21 W.kg

68.5% inactif = durée 1.16h
@ 2.03 W.kg

Budget énergétique des vautours



Vol battu 49.4 kJ



Vol plané
161.3 kJ



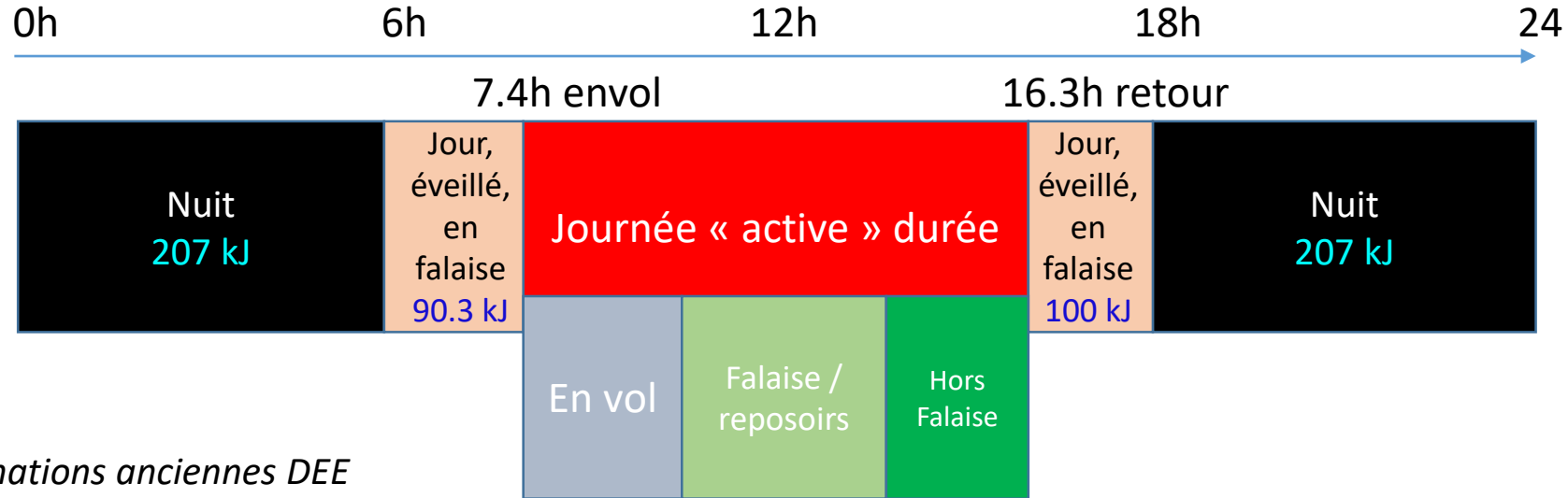
inactif 329.5 kJ

DEE Dépense énergétique
journalière 1313.6 kJ



alimentation
67.8 kJ

Budget énergétique des vautours



Estimations anciennes DEE
 Houston 1973: 2052-2639 kJ/j
 Donazar 1993: 2400 – 3200 kJ/j
 Komen 1992: 3000 kJ/j

DEE Dépense énergétique
journalière 1313.6 kJ

Conversion en besoins alimentaires quotidiens

Equation 1

$$\text{Daily Food Intake (wet g)} = \frac{\text{Daily Energy Expenditure (kJ)}}{\text{Energy in Food (kJ/g)} \times (1 - \text{Moisture}) \times \text{Assimilation Efficiency}}$$

Komen 1992 sur
vautour du Cap

26 kJ/g 0.68 0.862

→ 202.1 g de viande par jour

Stratégie énergétique des vautours

- Spécialistes de l'économie d'énergie
 - Déplacements peu coûteux en énergie
 - Longues périodes de repos
 - Plumage à fort pouvoir isolant
 - Température corporelle réduite, diminuant la nuit
 - Capacités de jeune prolongé (3 semaines)
- Nourriture très calorique
 - Repas jusqu'à 1.5 kg
 - Consommation moy 400 g/ jour (littérature)
 - ré-estimations à 202 g / jour? ➔ à vérifier



Comment vérifier la prise alimentaire journalière en nature?

1. Mise au point en volière



2. Pesée au charnier



Piège photo

3. Pesée sur les nids?



Estimation du besoin alimentaire théorique de la population de Vautour fauve dans les Causses

Besoin global = nombre d'individus x leurs besoins alimentaires

- Nombre d'individus**

Total reproducteurs

58%

1484 individus
(742 couples)

+

Total non reproducteurs

42%

1075 individus
(immatures + adultes
non reproducteurs)

=

2559 individus au total
dans la colonie en 2020

- Besoin alimentaire d'un individu**

450-500 g de viande/jour dans la littérature scientifique

Thèse de Fluhr *et al.* (2021)

Budget temps

Etude de Duriez *et al.* (2014)

Coût énergétique
des comportements

Coût énergétique
des comportements
sur une journée

Besoin énergétique
journalier

Besoin alimentaire
journalier

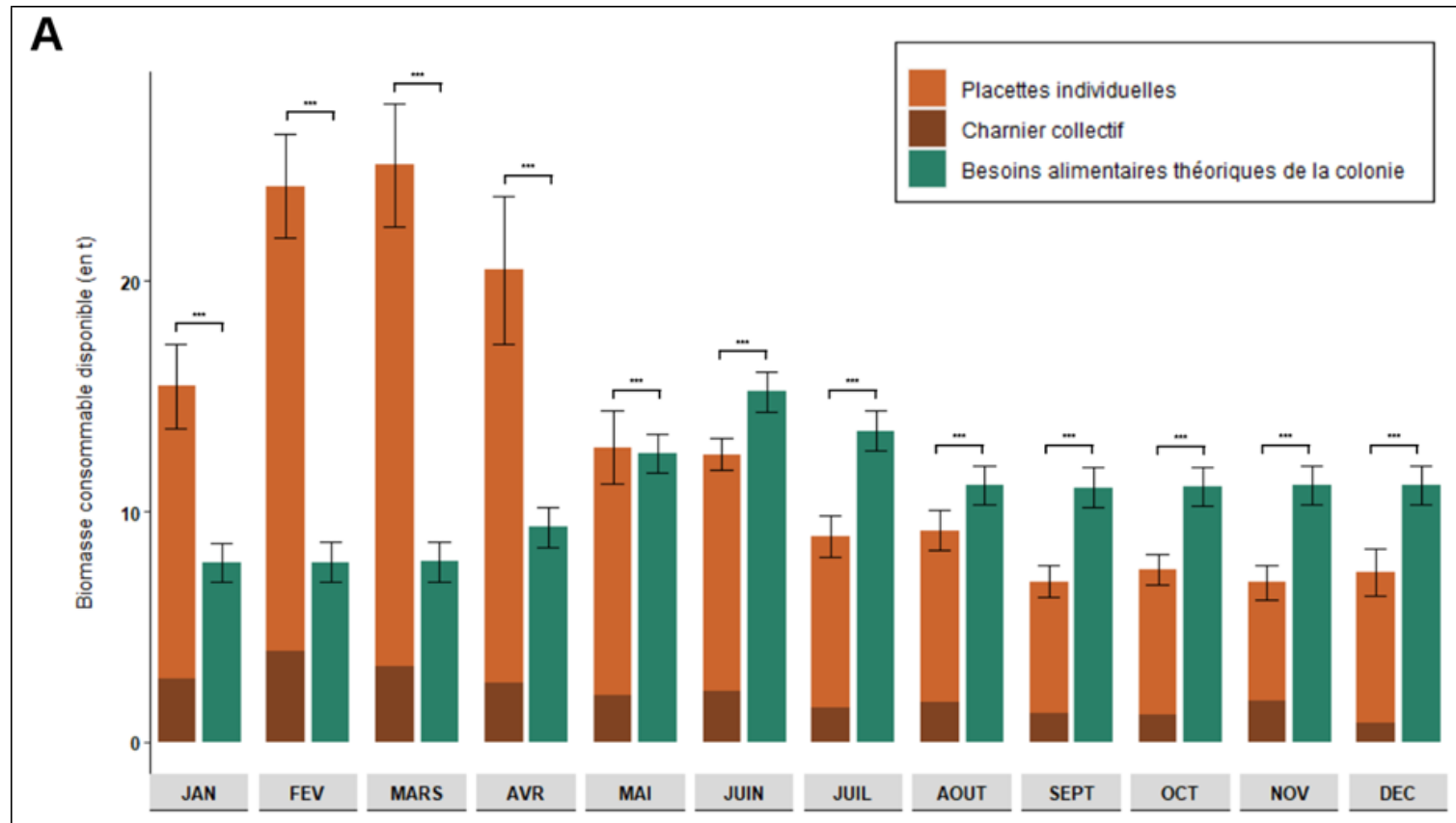
202 ± 22 g de viande/jour

Estimation du besoin alimentaire théorique de la population de Vautour fauve dans les Causses

Scénario à effectif minimal : seulement adultes reproducteurs + jeunes ~2030 individus

- Ressources disponibles : 157 ± 6 t

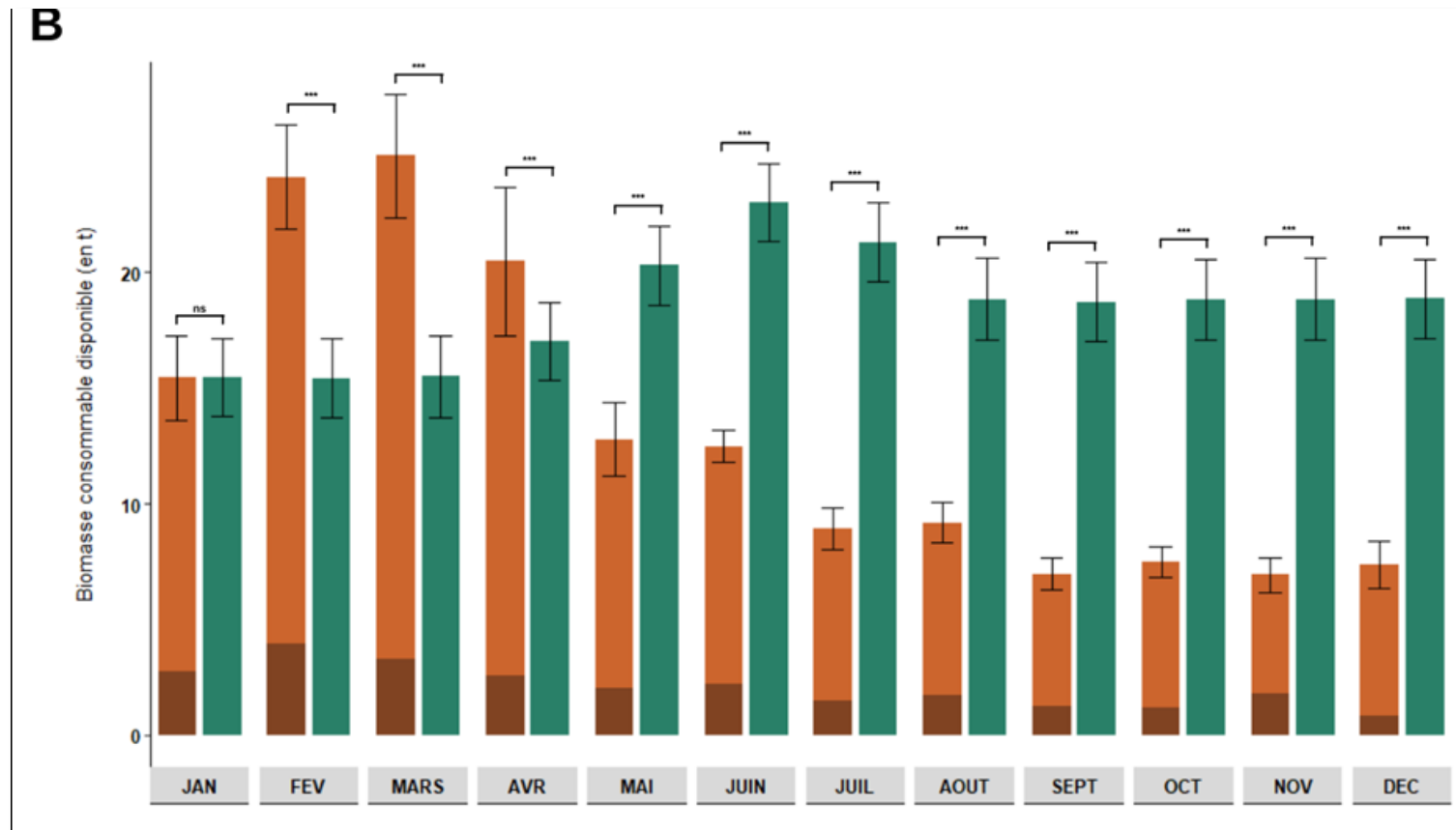
- Besoin théorique de la colonie : $130 \pm 2,9$ t



Estimation du besoin alimentaire théorique de la population de Vautour fauve dans les Causses

**Scénario à effectif maximal : adultes repro + jeunes + non-reproducteurs ~3105 individus
pas de migration / erratisme**

- Ressources disponibles : 157 ± 6 t
- Besoin théorique de la colonie : $222 \pm 2,3$ t

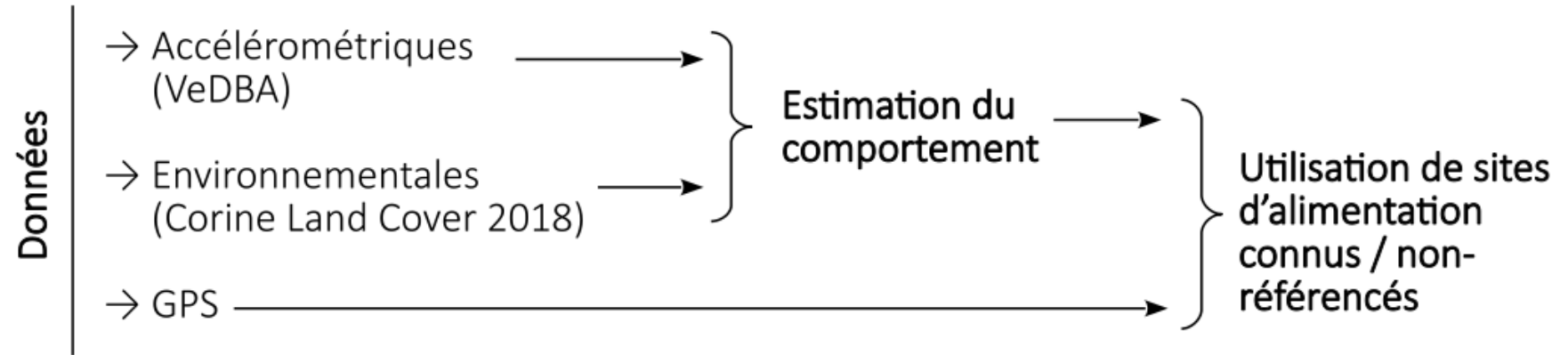


Quelle est la part de l'alimentation hors placette dans les Causses?



- ➔ Stage M2 Manon Billard 2020
 - 12 individus
 - Sept-nov 2018 (~48 jours / ind)
- ➔ Stage césure M2 Killian Grégory 2021-2022
 - 27 individus
 - Sept-nov 2018
 - Mars 2020 – novembre 2021
 - (~320 jours / ind)

Quantification de l'alimentation hors placette



Méthodes de détermination des comportements

Expérimentation

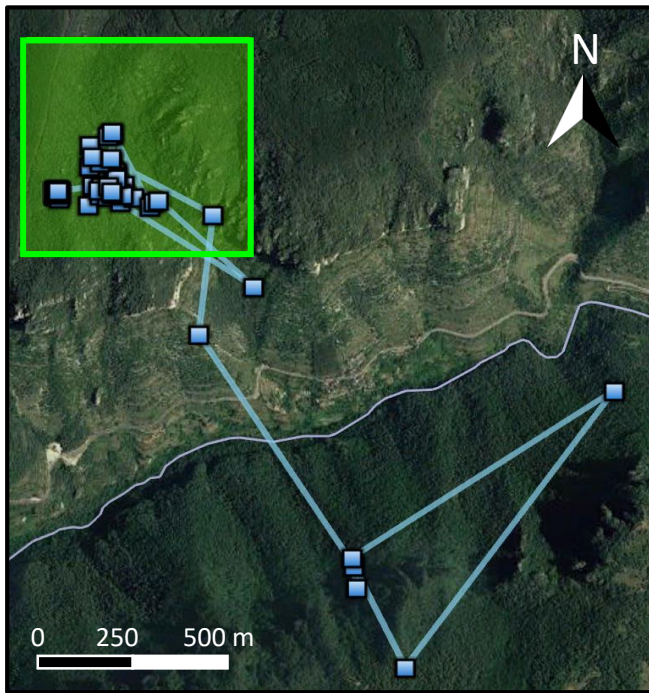


Fig 4 : Zone de Cassagne avec le trajet d'un individu

Individus filmés sur le charnier

ALIMENTATION



REPOS



Fig 5 : Ethogramme des comportements

Individus équipés non filmés

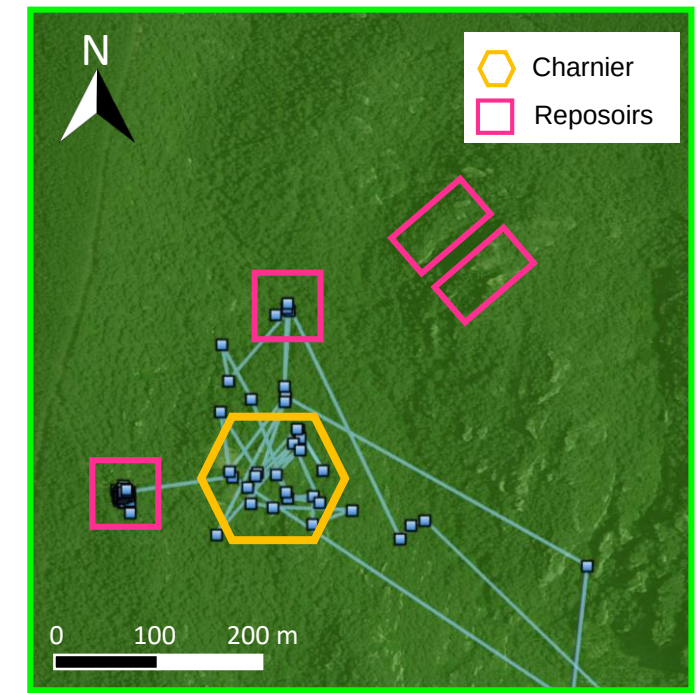
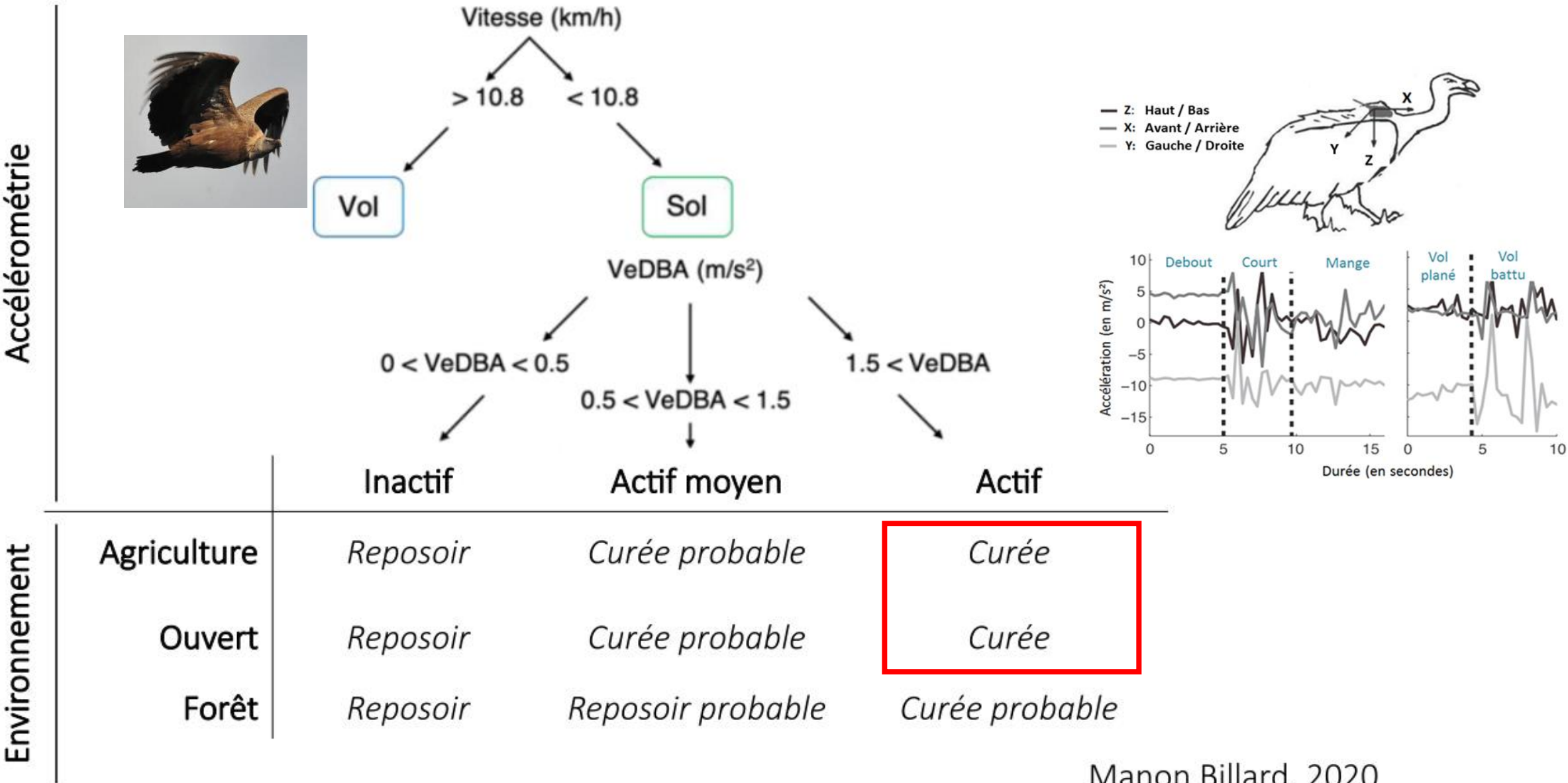
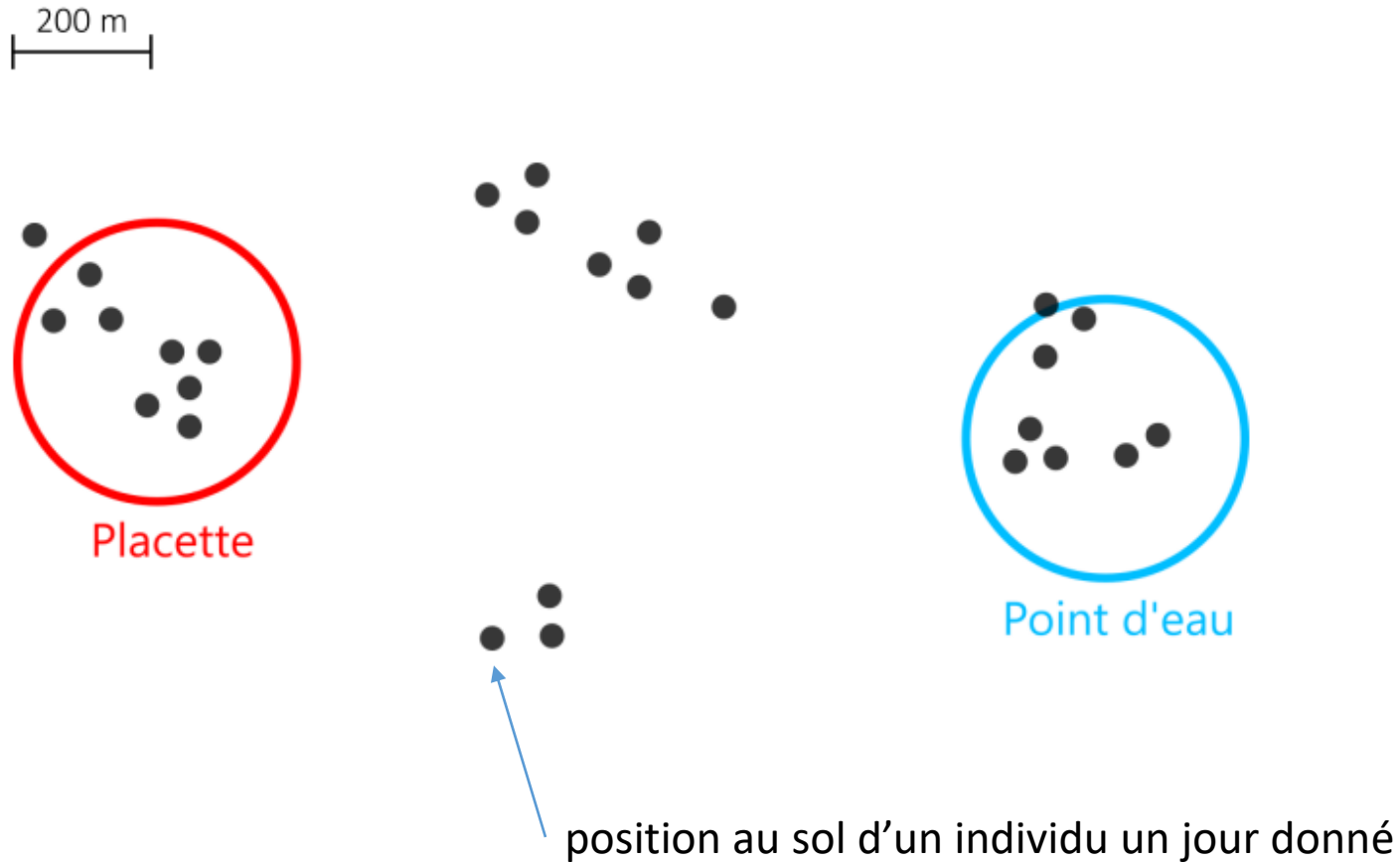


Fig 6 : Zone de Cassagne avec le trajet d'un individu

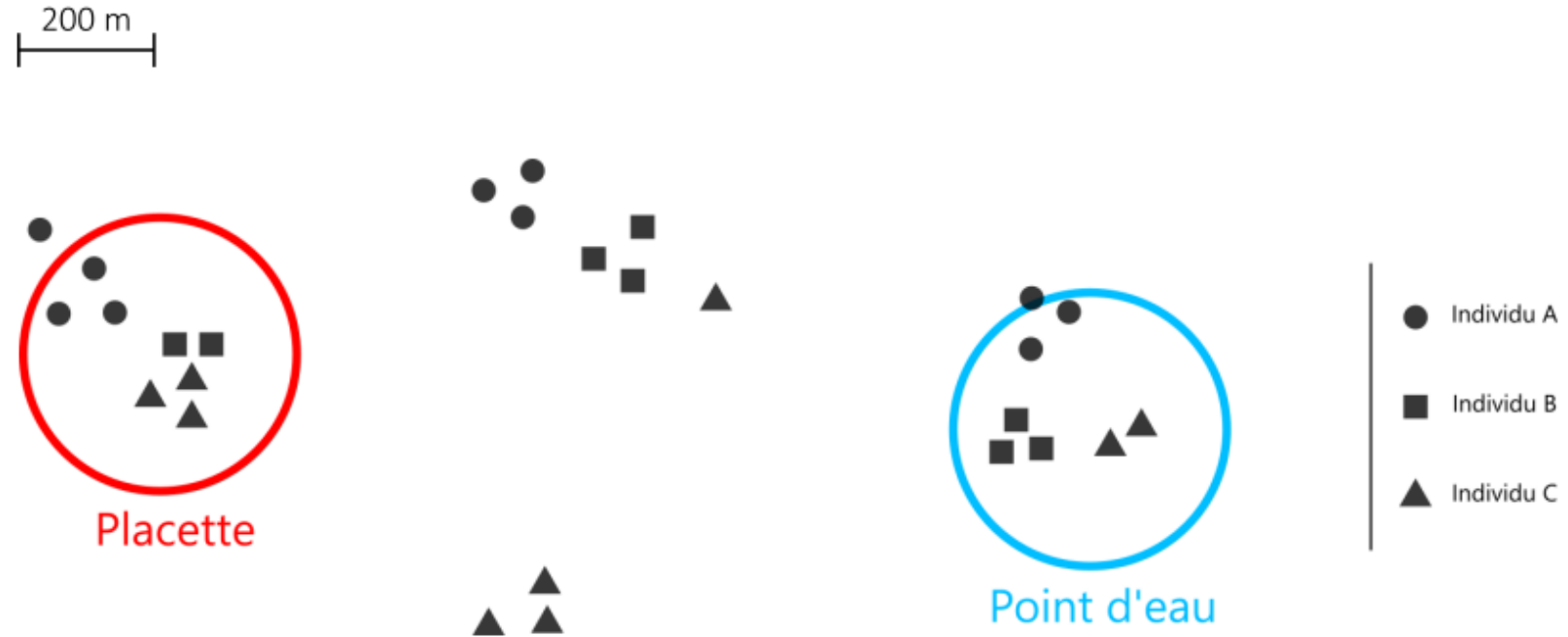
Méthodes de détermination des comportements



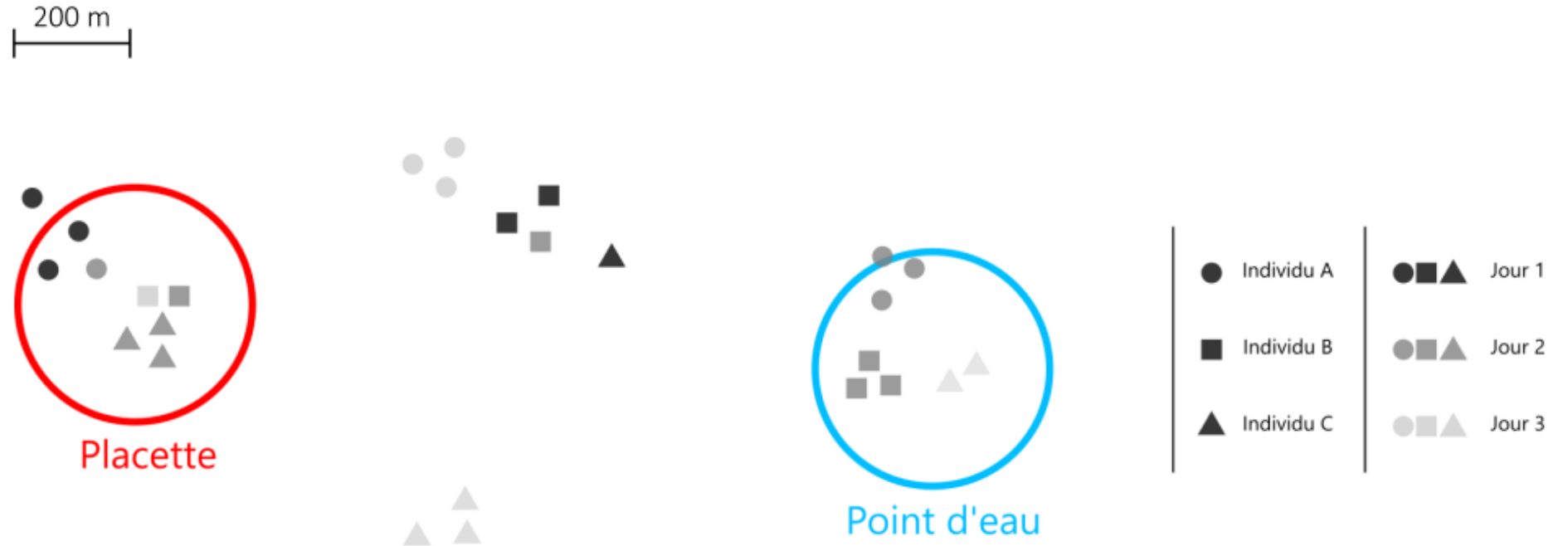
Méthodes détermination sites d'alimentation



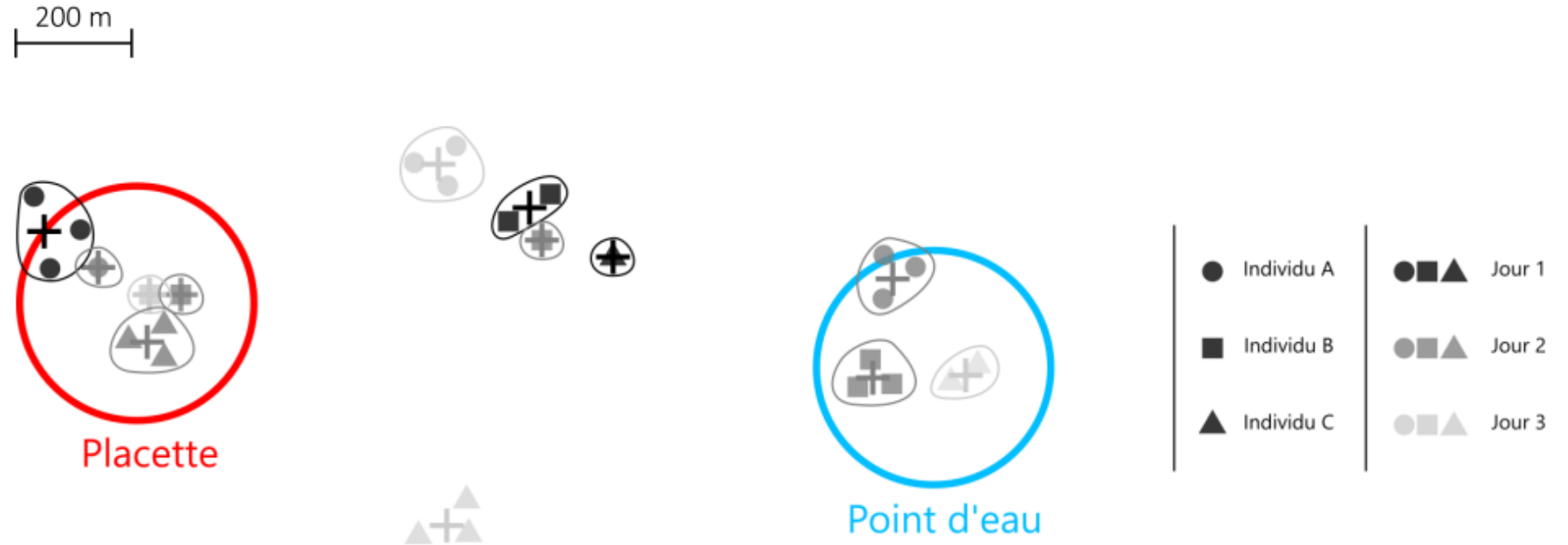
Méthodes détermination sites d'alimentation



Méthodes détermination sites d'alimentation



Méthodes détermination sites d'alimentation



Evènement = individu_i / jour_j / 200m

Méthodes détermination sites d'alimentation

200 m



● Individu A	●■▲ Jour 1
■ Individu B	●■▲ Jour 2
▲ Individu C	●■▲ Jour 3

Site = évènements dans site connu
ou
évènements hors site connu < 200m

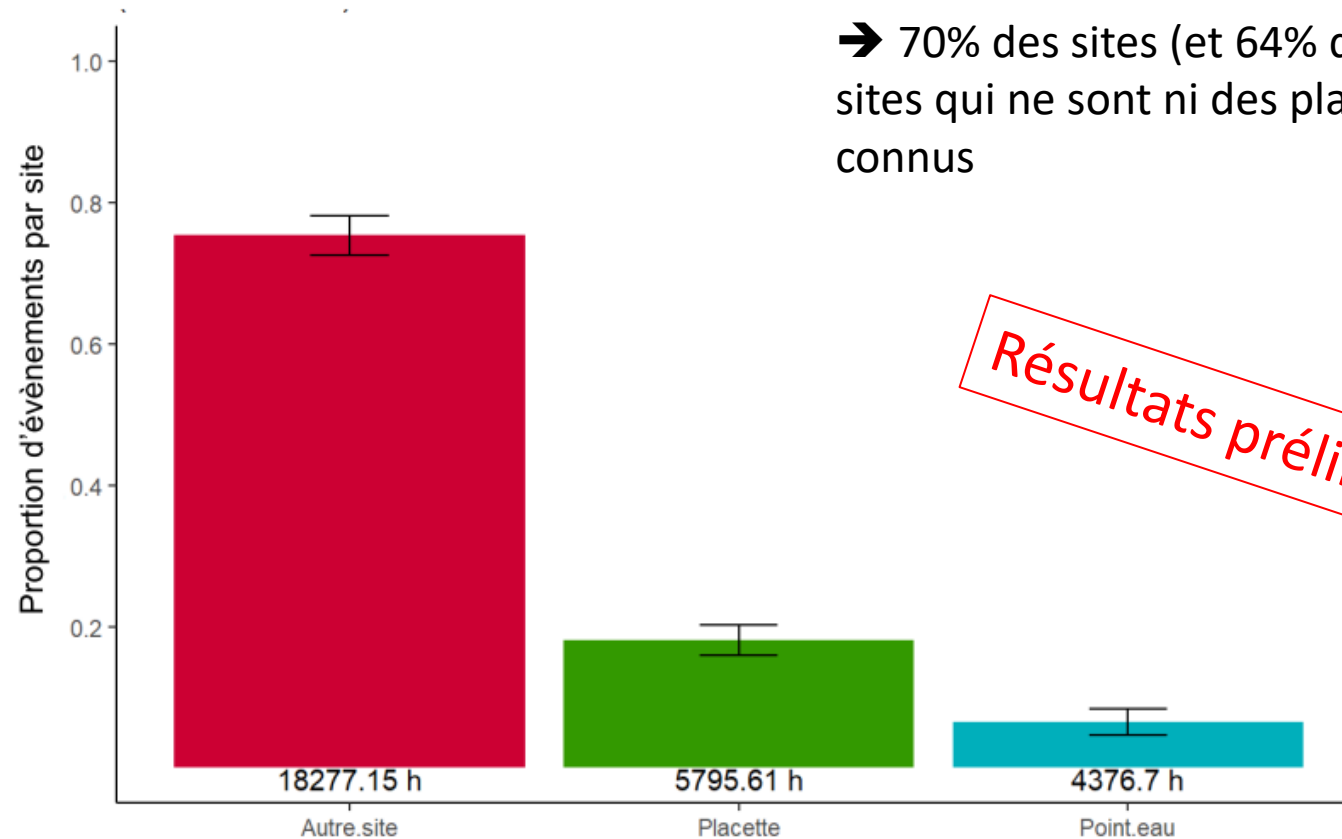
Quantification de l'alimentation hors placette

1. Décrire le comportement général des vautours suivis
2. Comportement d'alimentation certain
 - Quelle proportion de sites non référencés dans l'alimentation?
 - Quelles zones géographiques sont particulièrement fréquentées?

Quantification de l'alimentation hors placette

1. Décrire le comportement général des vautours suivis

➔ Usage des sites :



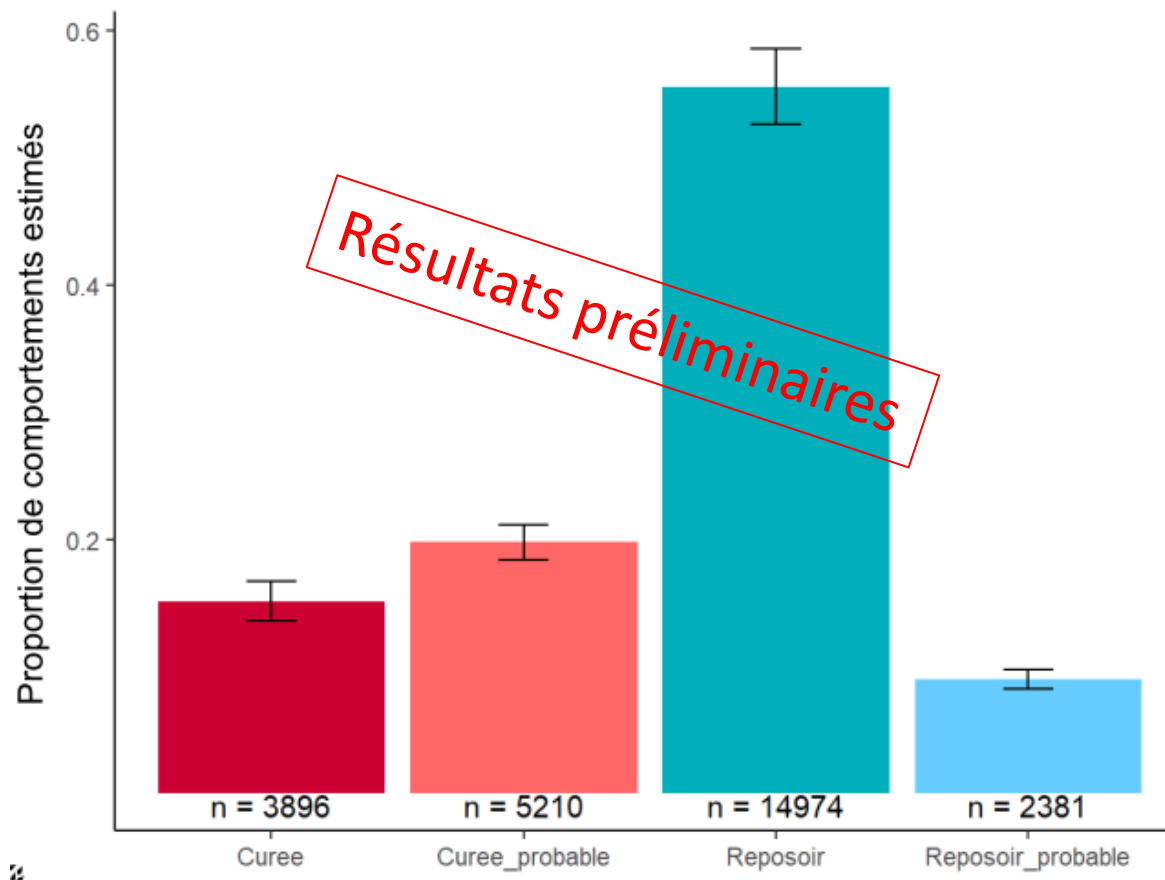
➔ 70% des sites (et 64% du temps) sont passés sur des sites qui ne sont ni des placettes, ni des points d'eau connus

Résultats préliminaires

Quantification de l'alimentation hors placette

1. Décrire le comportement général des vautours suivis

➔ Comportements estimés des vautours :

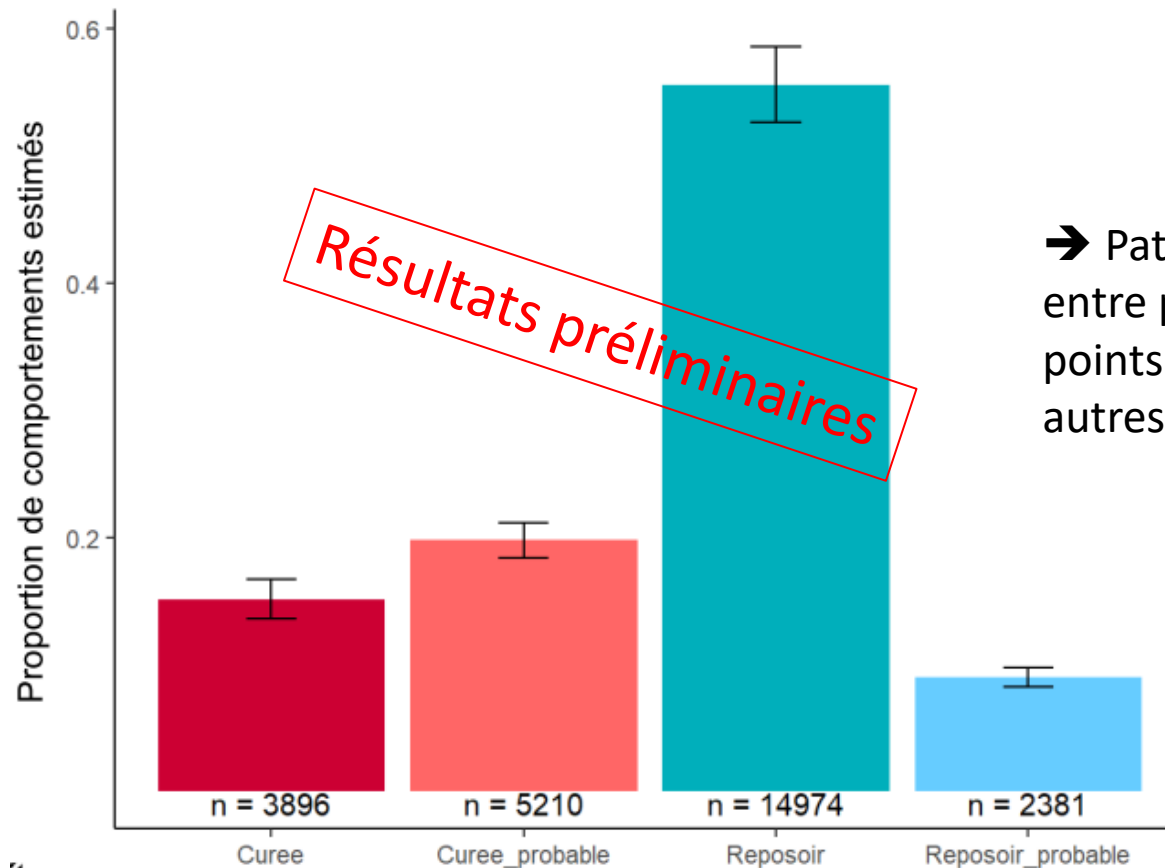


➔ ~34% des sites fréquentés correspondent à des curées

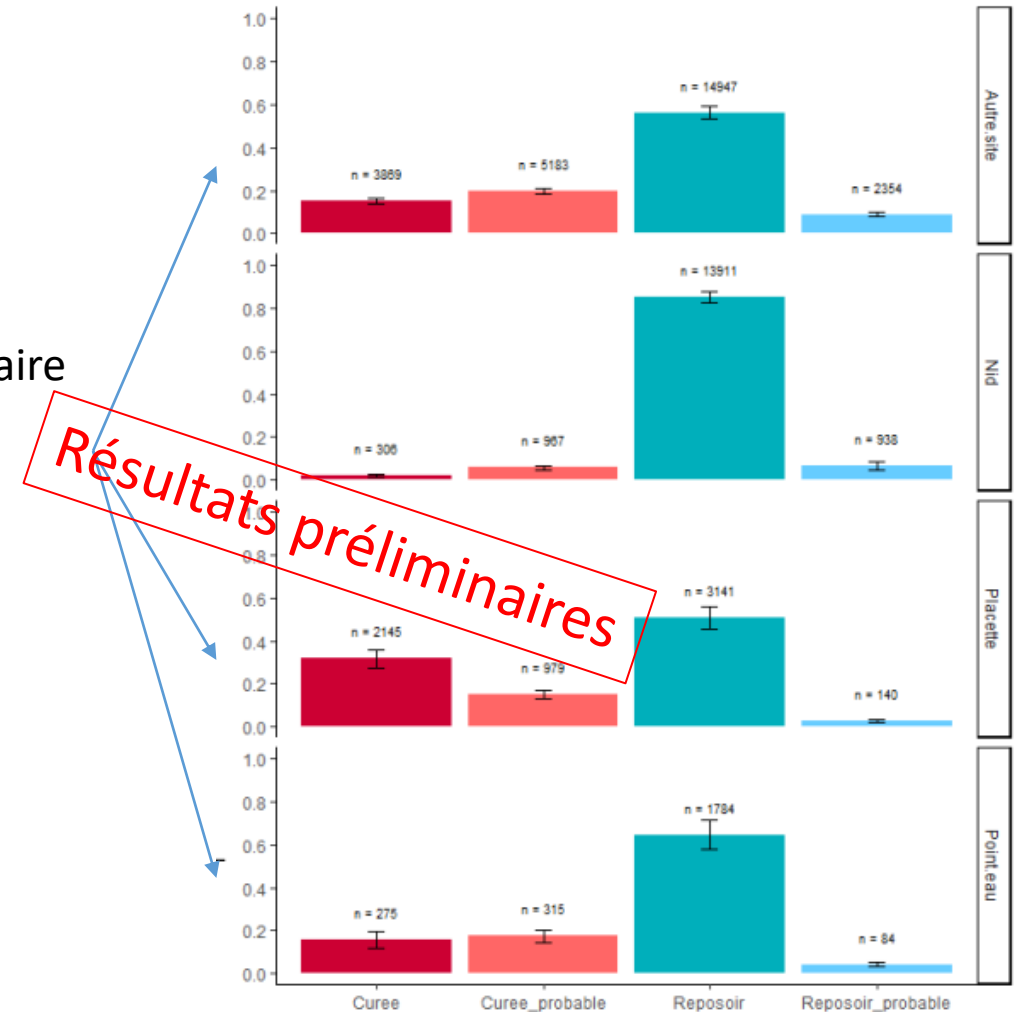
Quantification de l'alimentation hors placette

1. Décrire le comportement général des vautours suivis

➔ Comportements estimés des vautours :



➔ Pattern similaire entre placettes, points d'eau et autres sites

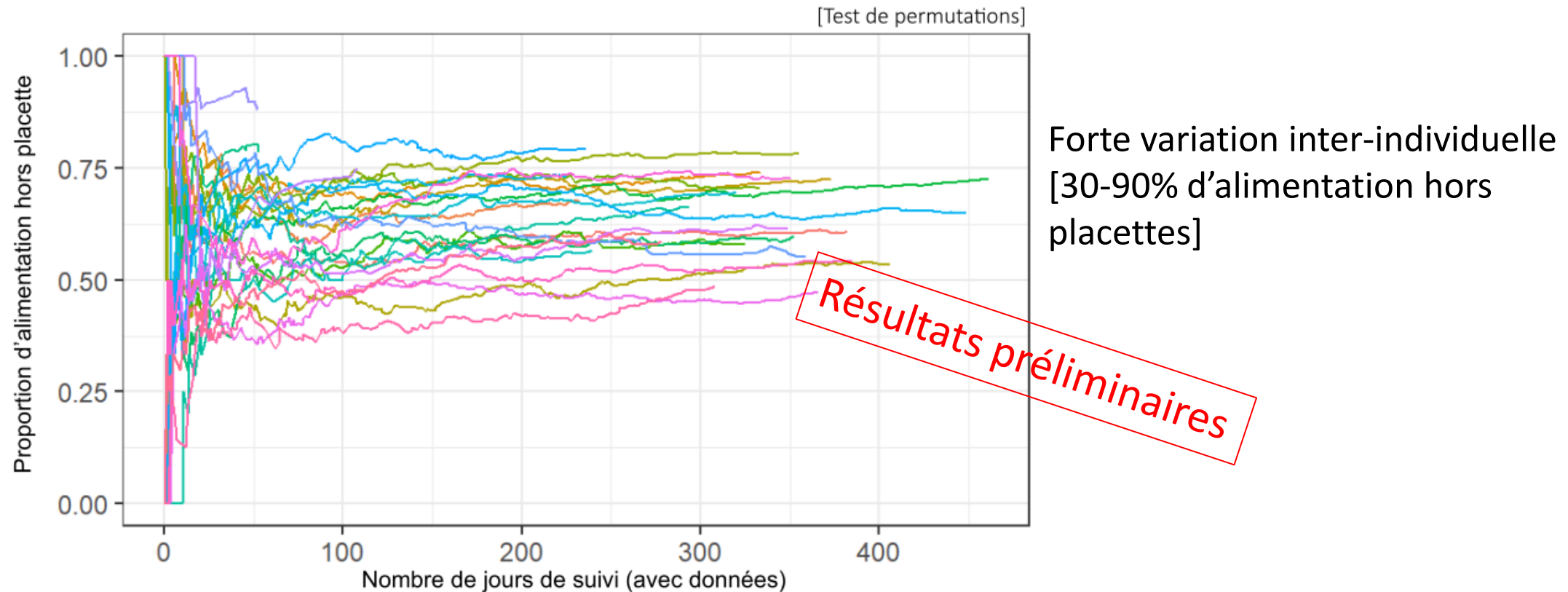


Quantification de l'alimentation hors placette

2. Comportement d'alimentation certain

- Quelle proportion de sites non référencés dans l'alimentation?

➔ Proportion d'alimentation hors placette mesurée au cours du suivi, par individu :



⇒ Convergence vers valeurs stables : **cohérence individuelle**
suivi 30-100 jours suffisant

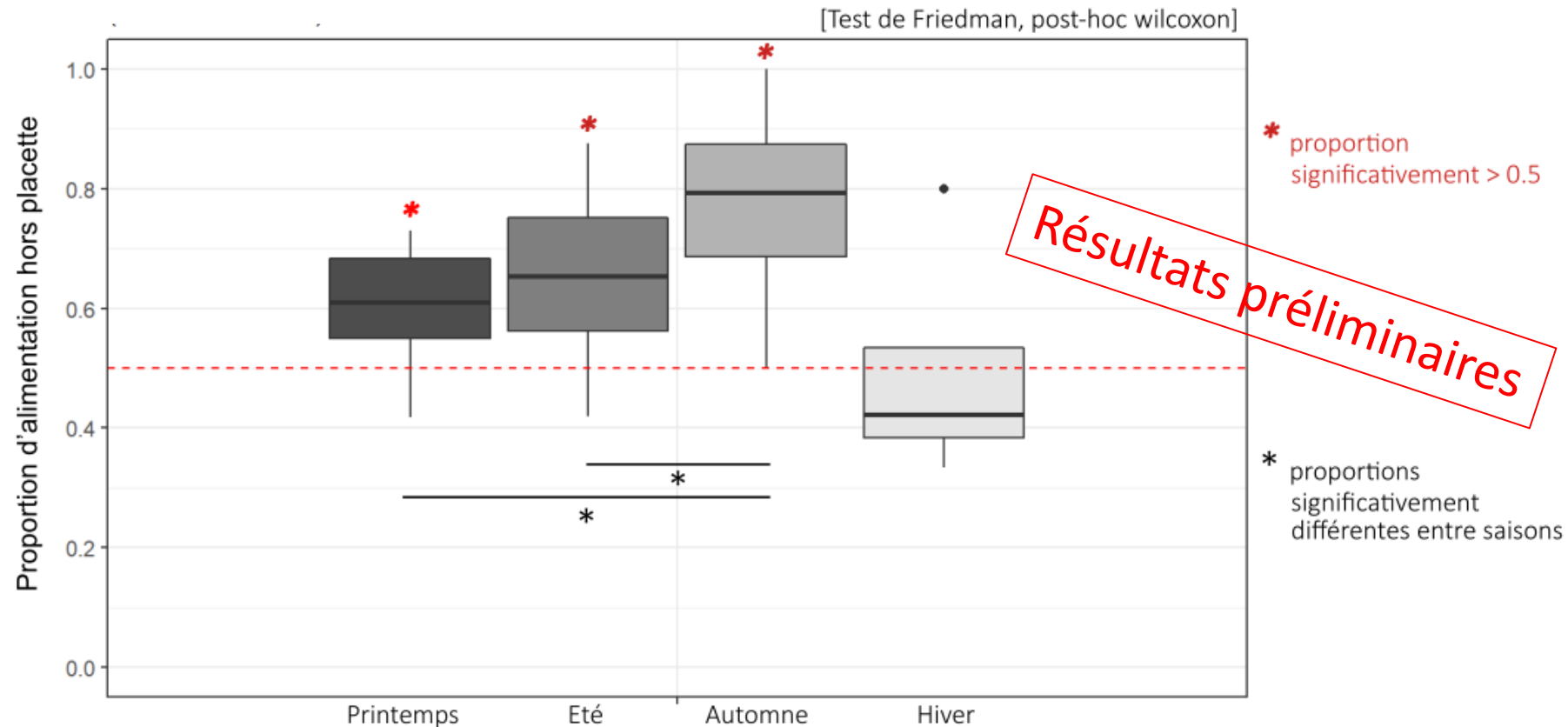
⇒ **Variabilité inter-individuelle**

Quantification de l'alimentation hors placette

2. Comportement d'alimentation certain

- Quelle proportion de sites non référencés dans l'alimentation?

➔ Proportion d'alimentation hors placette selon les saisons :



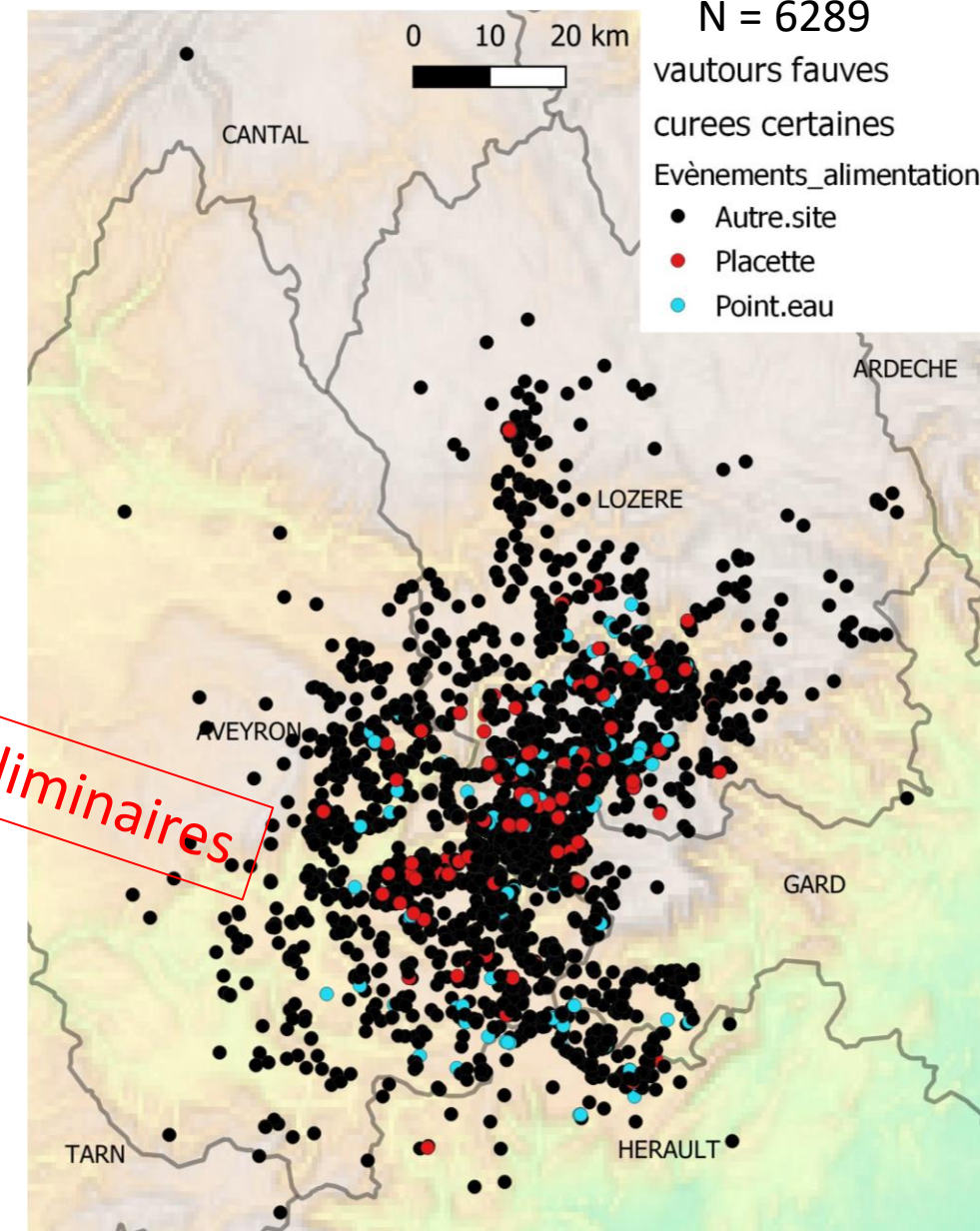
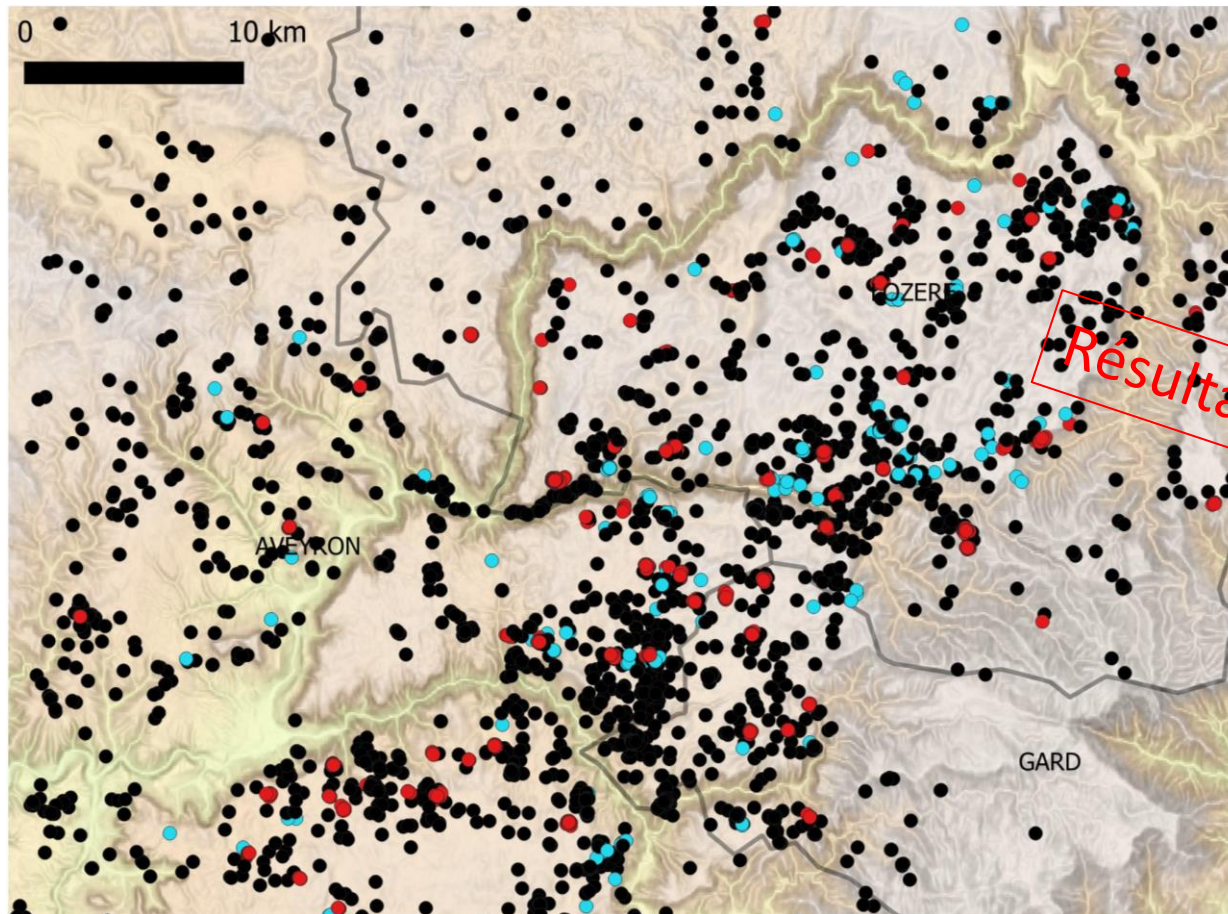
⇒ **Alimentation hors placette majoritaire** chez les vautours suivis...

⇒ ... particulièrement **en automne**

Quantification de l'alimentation hors placette

2. Comportement d'alimentation certain

- Quelles zones géographiques sont particulièrement fréquentées?



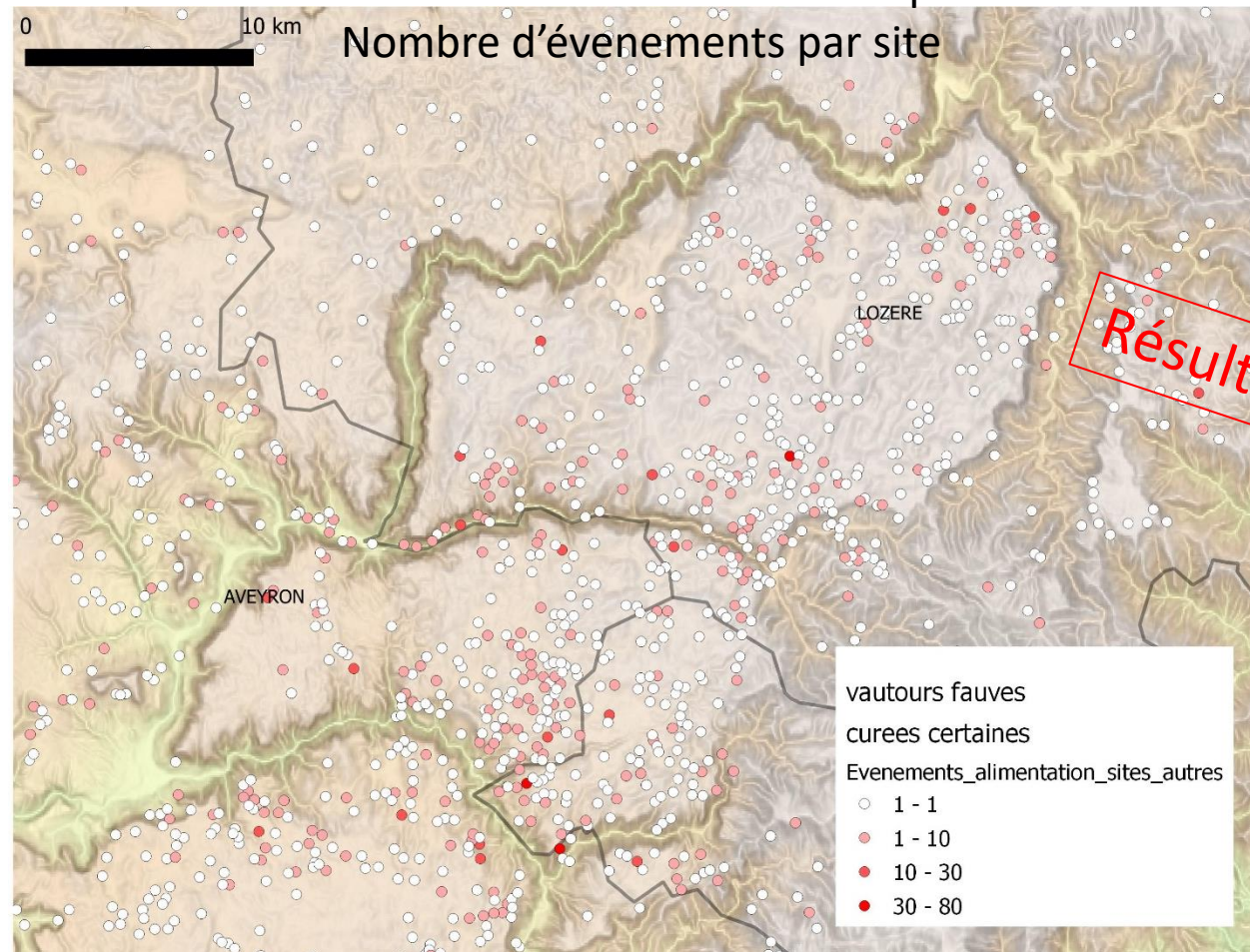
Quantification de l'alimentation hors placette

2. Comportement d'alimentation certain

- Quelles zones géographiques sont particulièrement fréquentées?

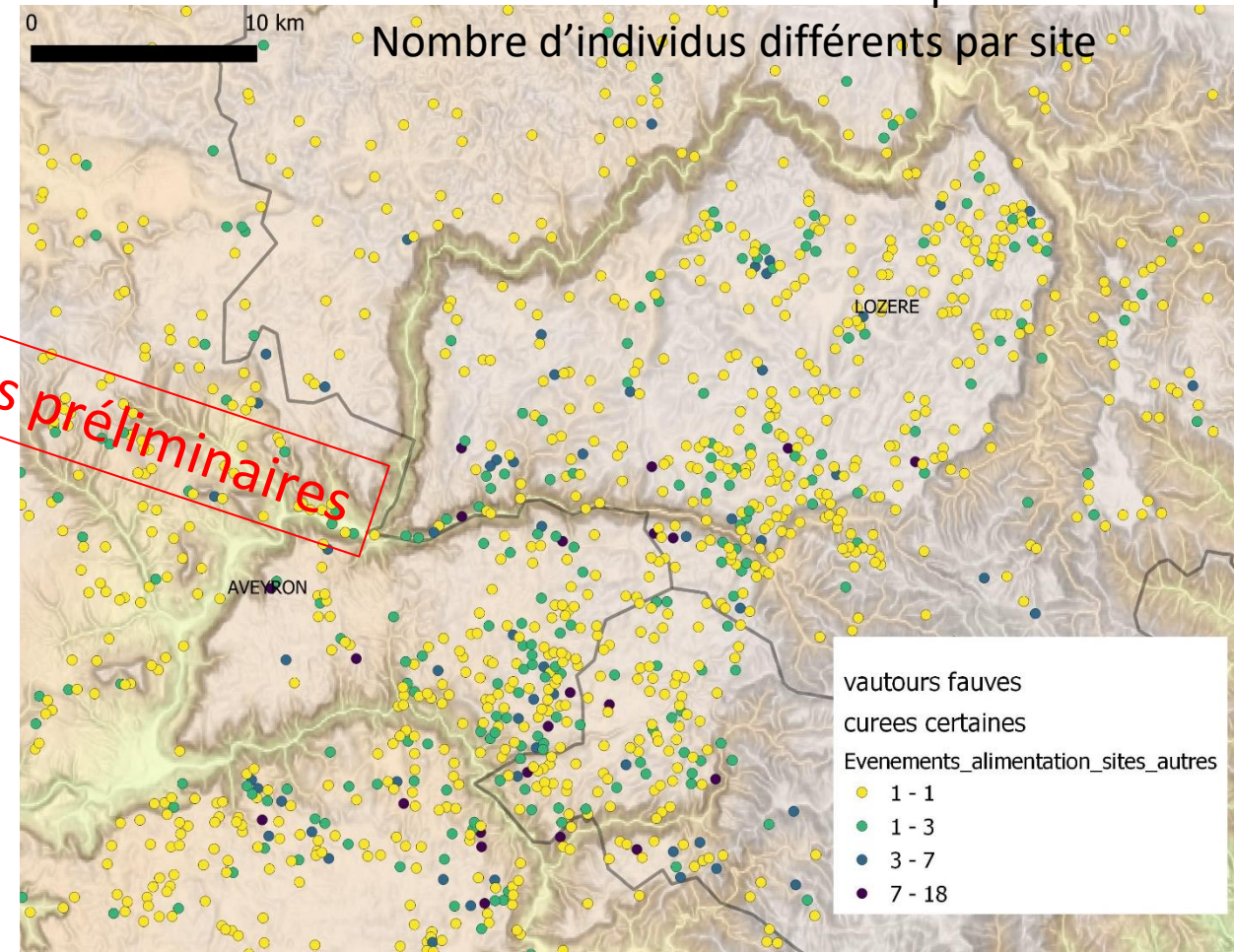
Sites de curées certaine hors placettes

Nombre d'événements par site



Sites de curées certaine hors placettes

Nombre d'individus différents par site



Résultats préliminaires

Quantification de l'alimentation hors placette

2. Comportement d'alimentation certain

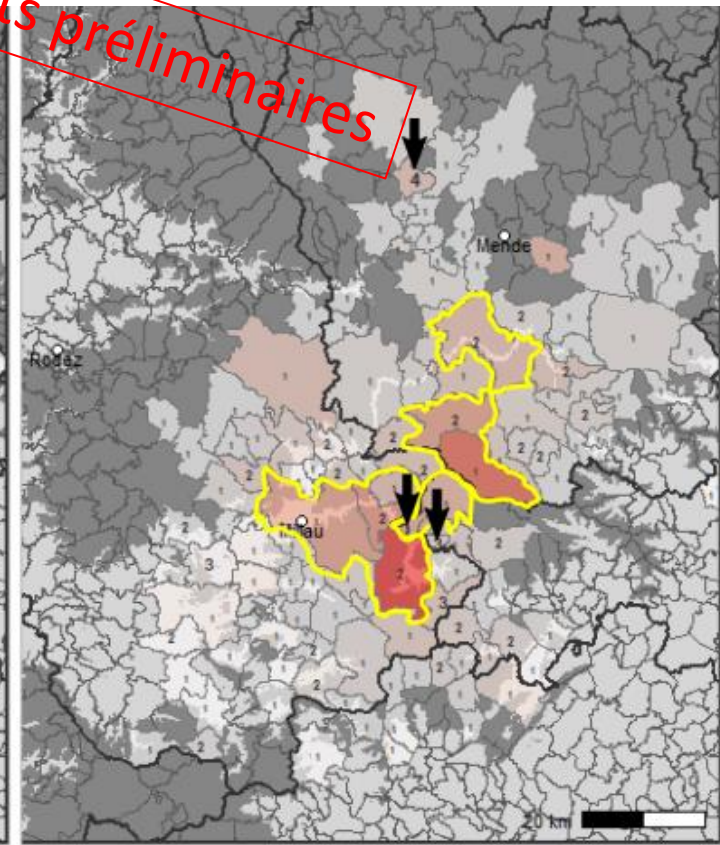
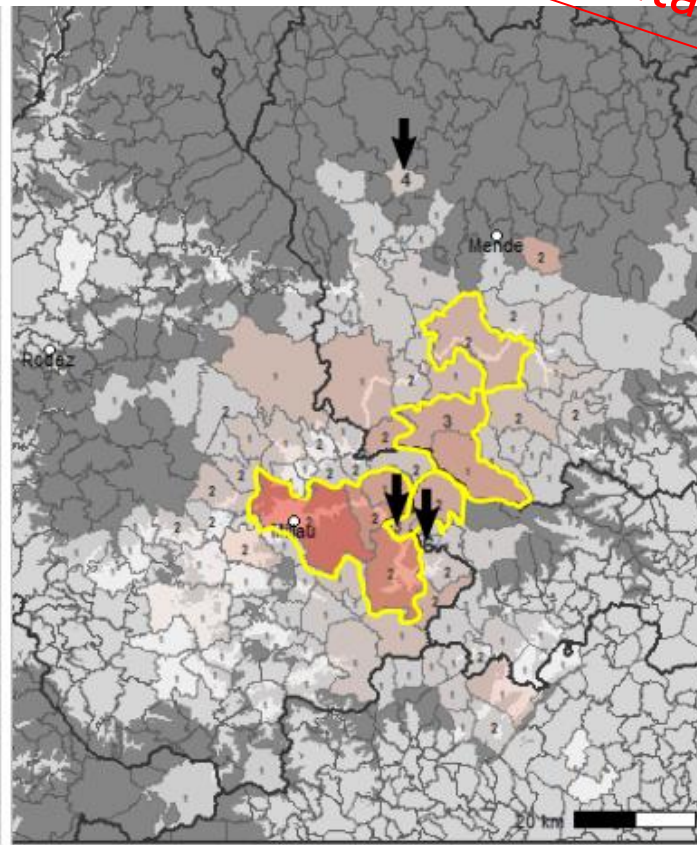
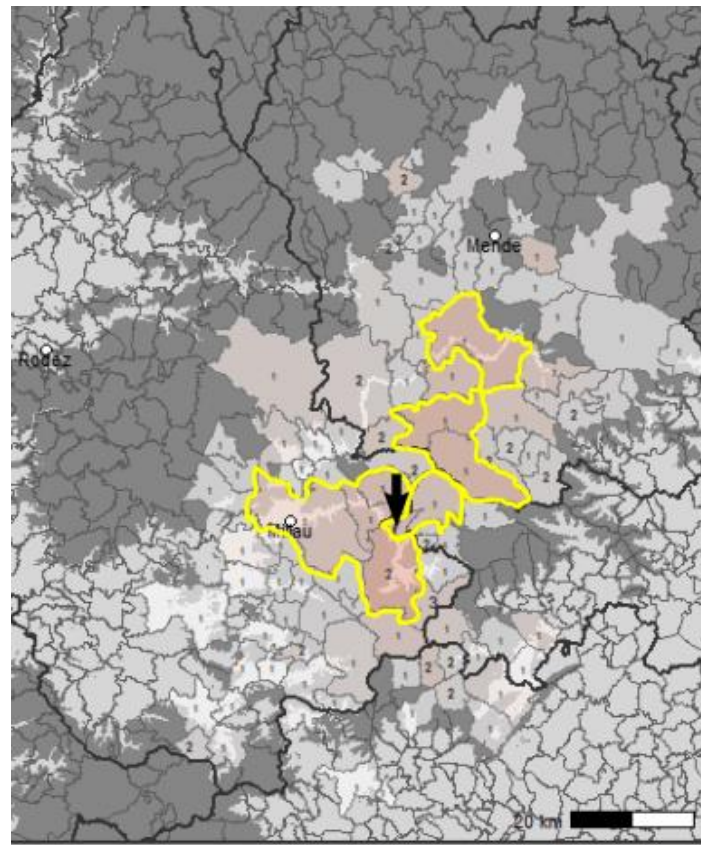
- Quelles zones géographiques sont particulièrement fréquentées?

Automne

Printemps

Été

Résultats préliminaires



Nombre d'évènements
d'alimentation hors placettes :



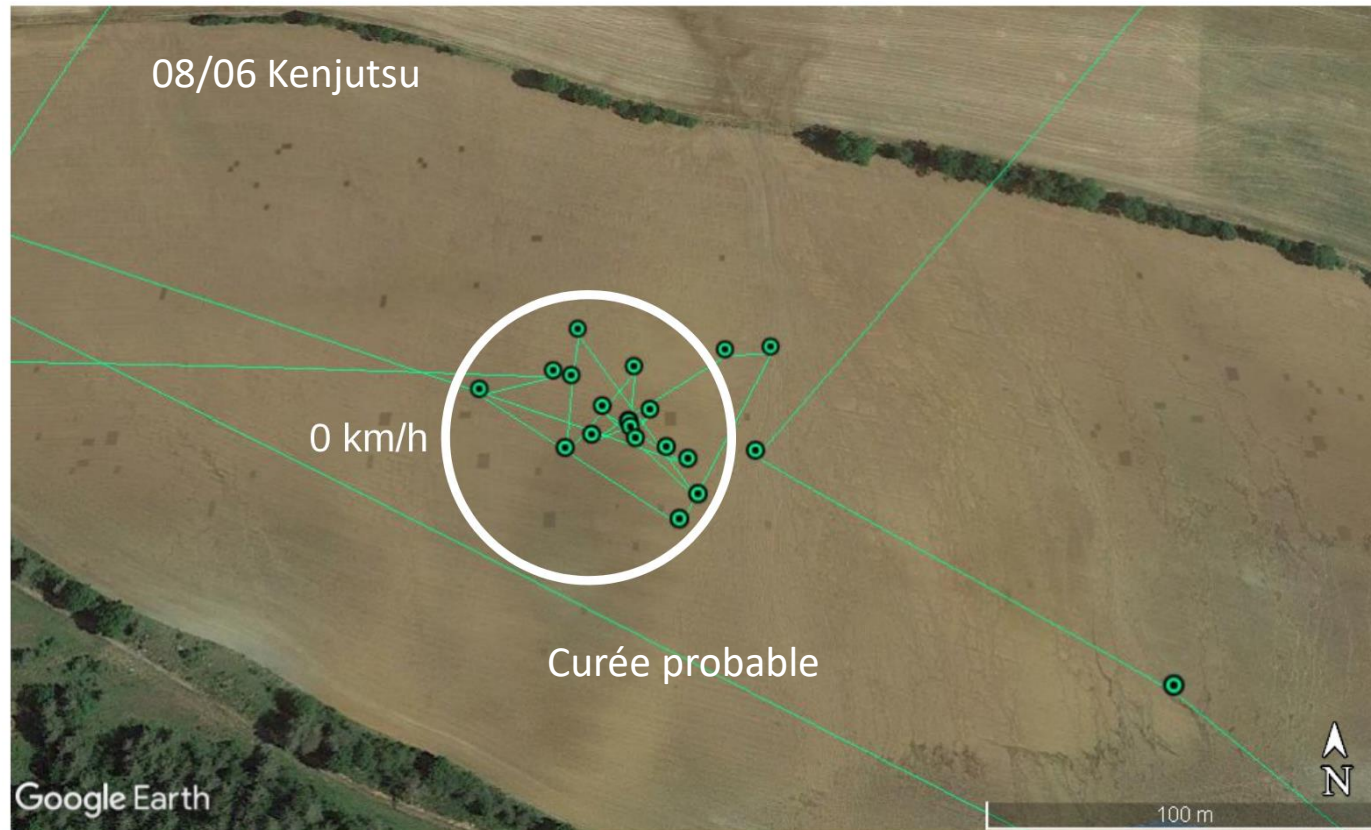
Nombre moyen d'évènement
d'alimentation par site non référencé :

1 3 5 7

Quantification de l'alimentation hors placette

Manon Tyssandier: Vérification terrain d'après le suivi GPS de 25 vautours

1 jour de terrain/semaine (du 13 avril au 8 octobre)



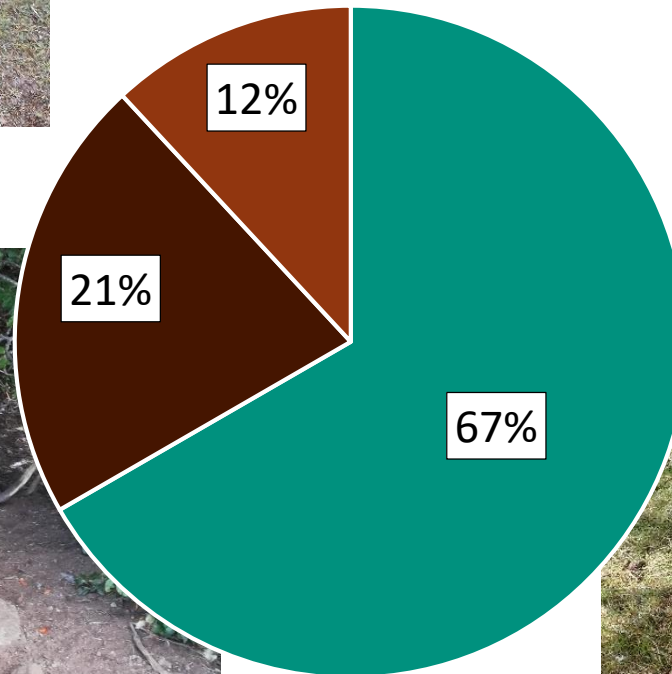
Quantification de l'alimentation hors placette



42 carcasses identifiées hors des placettes (38 sites)

- 18 signalées par des agents/particuliers
- 24 identifiées grâce aux analyses des déplacements de vautours

Dont **9** dépôts confirmés par les éleveurs



- Domestique (18 ovins, 7 bovins, 1 volaille)
- Sauvage (chevreuil, cerf, sanglier, lapin, blaireau)
- Semi-sauvage (5 Cheval de Przewalski)



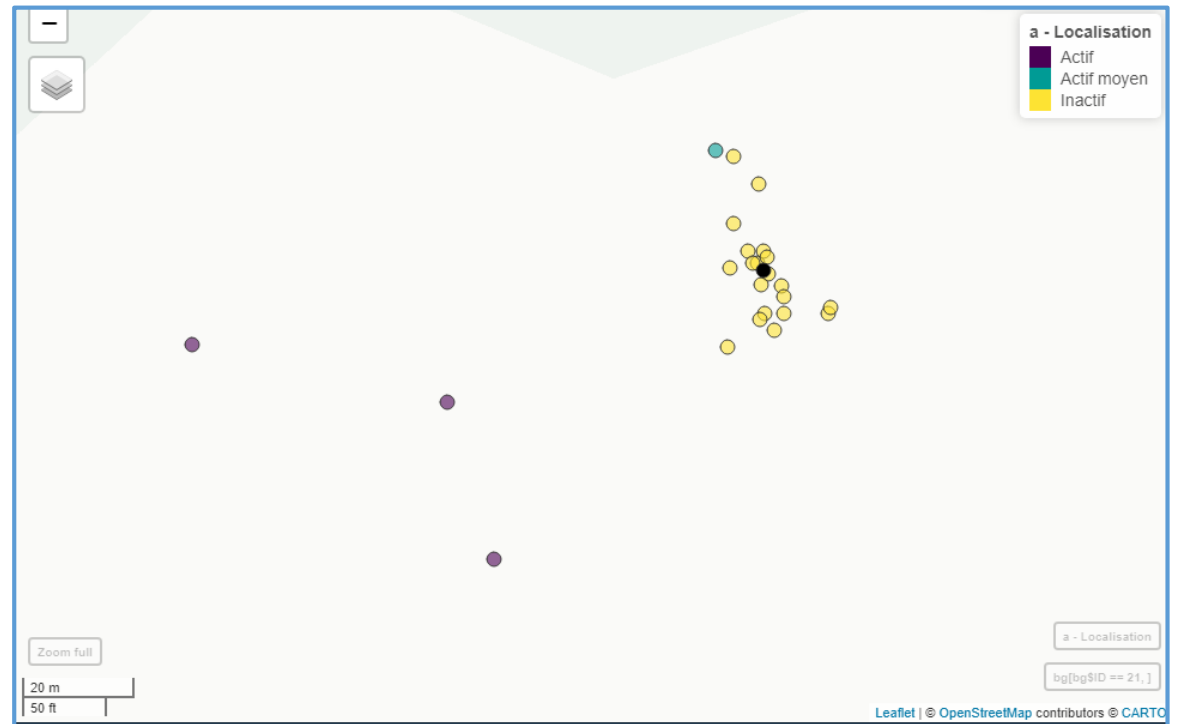
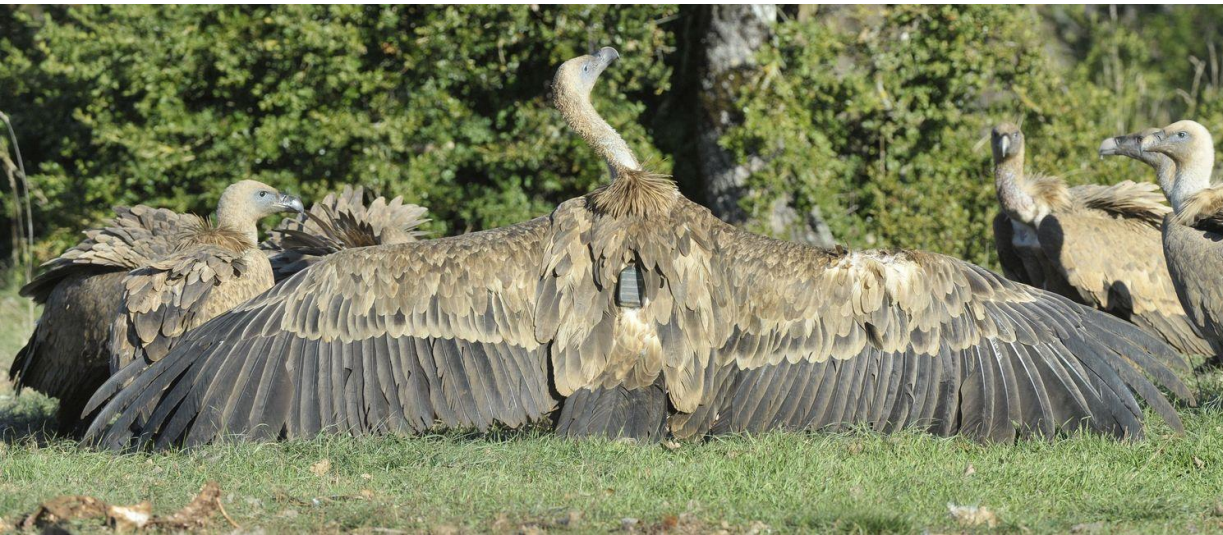
Quantification de l'alimentation hors placette

42 carcasses identifiées hors des placettes (38 sites)

- 18 signalées par des agents/particuliers
- 24 identifiées grâce aux analyses des déplacements de vautours

Comparaison avec l'analyse automatisée sur 22 sites

- 16 curées identifiées comme curées certaines
- 6 non identifiées comme curées certaines
 - 1 en « forêt » → curée probable
 - 5 classées en « reposoir » → dû au mode de calcul « majoritaire » pour classer les curées/reposoirs



Quantification de l'alimentation hors placette

Discussion, perspectives

→ **Sensibilité** ~ 35 %
(proportion Curées “certaines” sur placettes)

→ **Spécificité** ~ 85 %
(proportion Reposoir “certain” sur Nids)

→ **Filtre** des jours riches en données

→ Pas de curées certaines en forêt



Signal fort (sous-estimation ?)

Perte signal en hiver



Perte signal chasse ?

(mais cf. Arkumarev *et al.* 2020 ; Tyssandier 2021)

Quantification de l'alimentation hors placette

Discussion, perspectives

→ ~ 60-80 % d'alimentation hors placettes

→ Tendance à l'augmentation
en **été** et **automne**



→ **Variations interindividuelles**



Effet âge/expérience ?
Effet statut reproducteur ?

...

→ Pas d'influence du **contexte environnemental**

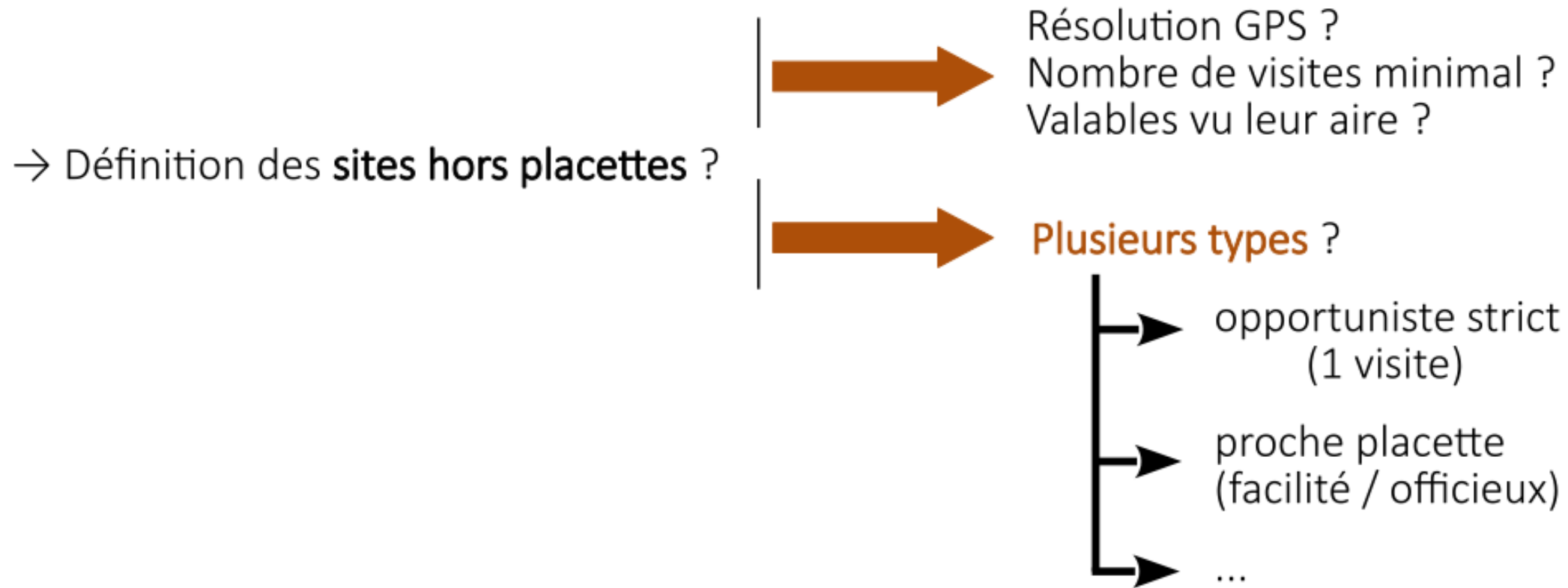


Opportunisme ?
Stratégie de recherche
alimentaire ?
Facteurs humains ?

Mais...

Quantification de l'alimentation hors placette

Discussion, perspectives



Quantification de l'alimentation hors placette

Discussion, perspectives

Poursuite dans les Alpes (10 oiseaux) et les Pyrénées (Aude 10 oiseaux + Pays Basque (à venir))



Merci...



Questions?

olivier.duriez@cefe.cnrs.fr