



LUND
UNIVERSITY

Pour une meilleure visualisation des câbles Etudes Capacités Visuelles



L. Miara

PLUS DE 20 ANS D'EXPERIENCE DE VISUALISATION DES CÂBLES...

- REMONTEES MECANQUES

En partenariat avec  **OGM**
OBSERVATOIRE des GALLIFORMES de MONTAGNE
Plan de visualisation par domaine skiable

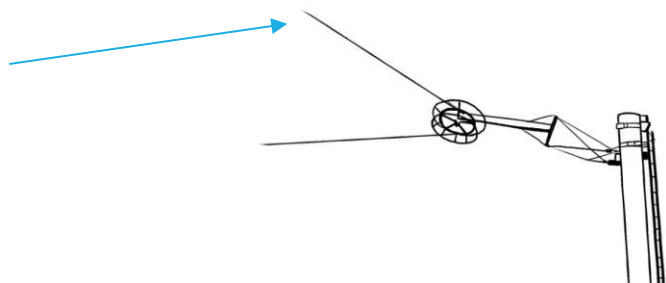
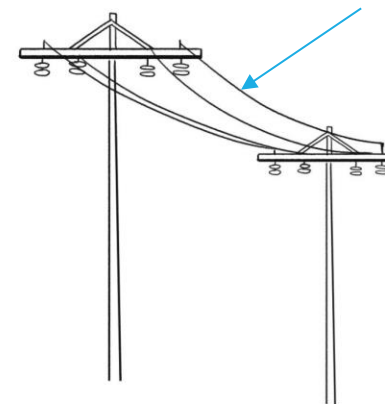
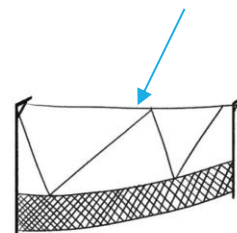
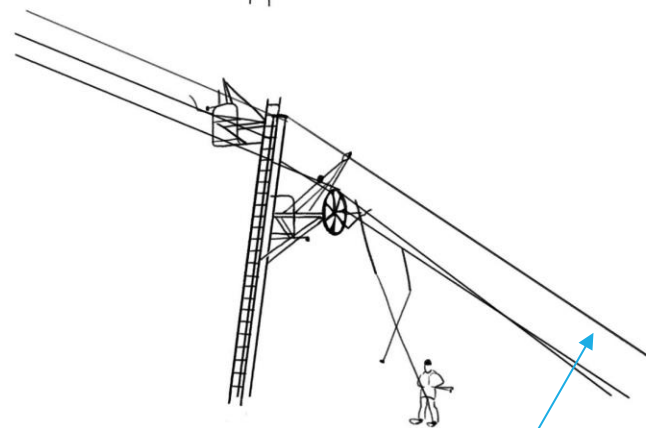
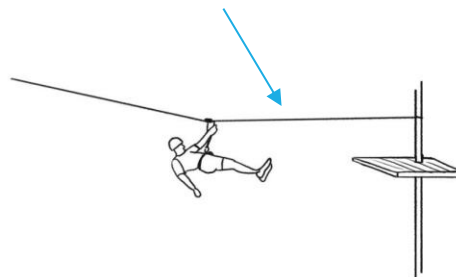
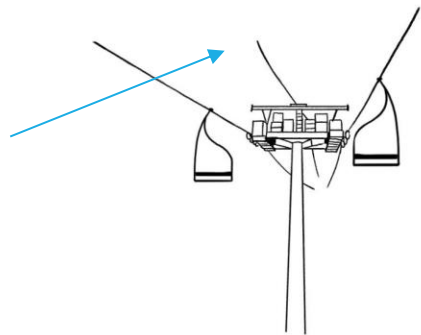
- LIGNES ELECTRIQUES

- Convention partenariat
Enedis DR Alpes depuis 2012
- Convention RTE/ASTERS

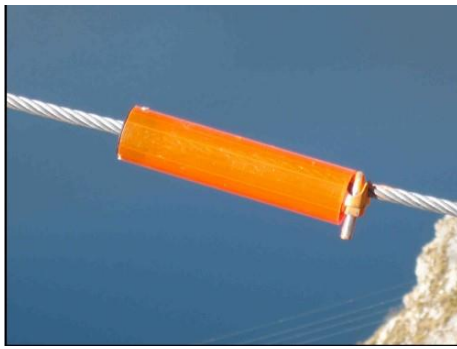
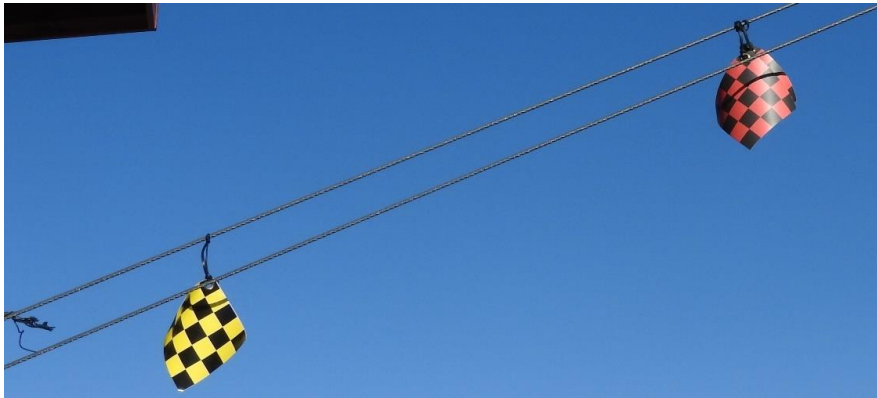
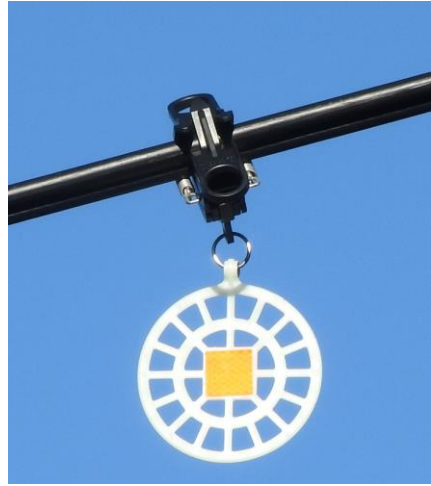
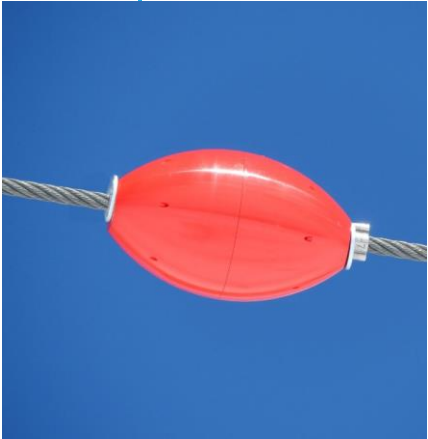




A CHAQUE TYPE DE CÂBLES...



UN DISPOSITIF ADAPTE,



SUIVI DE L'EFFICACITE...

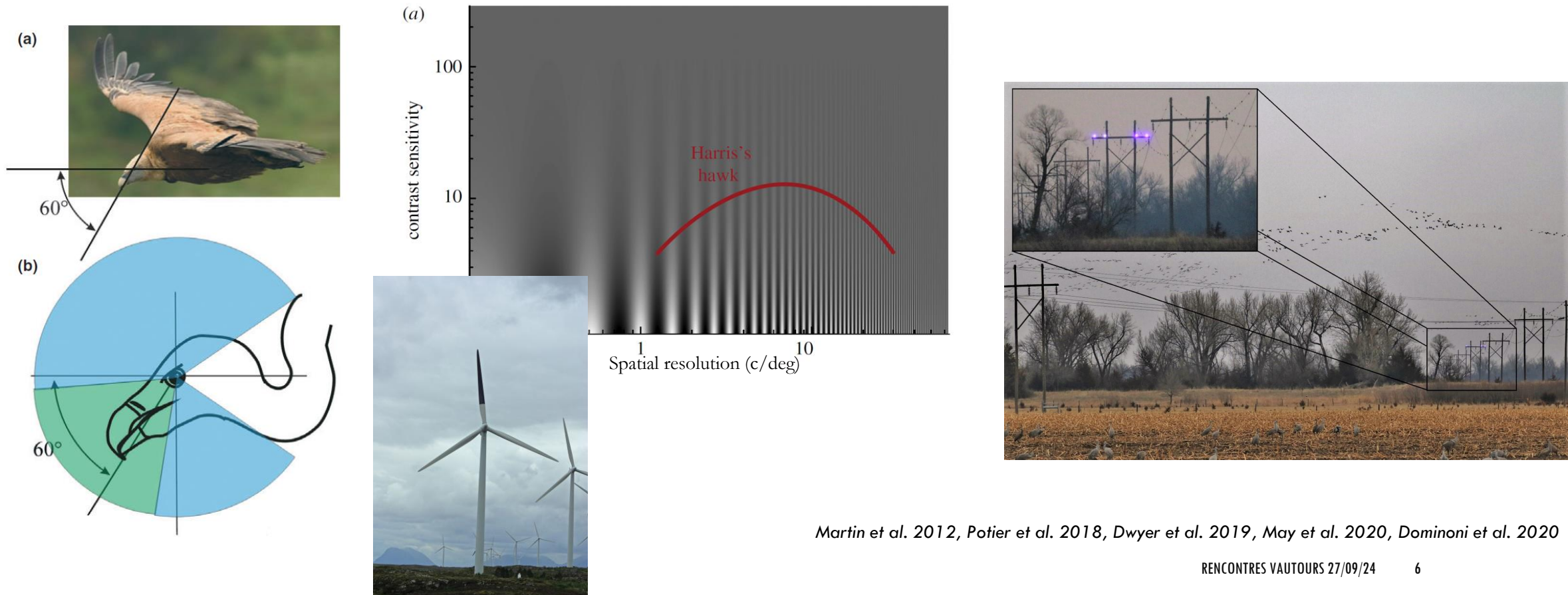
QU'EST-CE QUE PERÇOIVENT
LES OISEAUX ?

BIRD SKI

RENCONTRES VAUTOURS 27/09/24

L'ÉCOLOGIE SENSORIELLE COMME SOLUTION ?

Augmenter la prise en compte des capacités sensorielles améliore considérablement les programmes de conservation



L'ÉCOLOGIE SENSORIELLE COMME SOLUTION ?

Augmenter la visibilité des câbles



Dès lors qu'il y a une balise, peu importe laquelle, la visibilité du câble est augmentée !

Il faut donc continuer à disposer des balises !



QUESTION : PEUT-ON RÉDUIRE LES PERCUSSIONS DES TÉTRAS-LYRE EN ÉTUDIANT LEURS CAPACITÉS VISUELLES ?

- 1) Champs de vision
- 2) Acuité visuelle
- 3) Sensibilité aux contrastes
- 4) Sensibilité spectrale

1) CHAMPS DE VISION

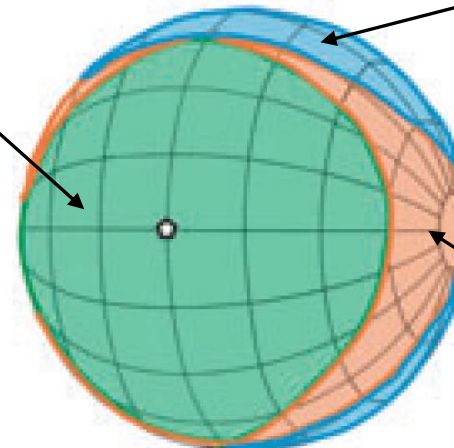
Comment se définissent les champs de vision ?



Région binoculaire

Human

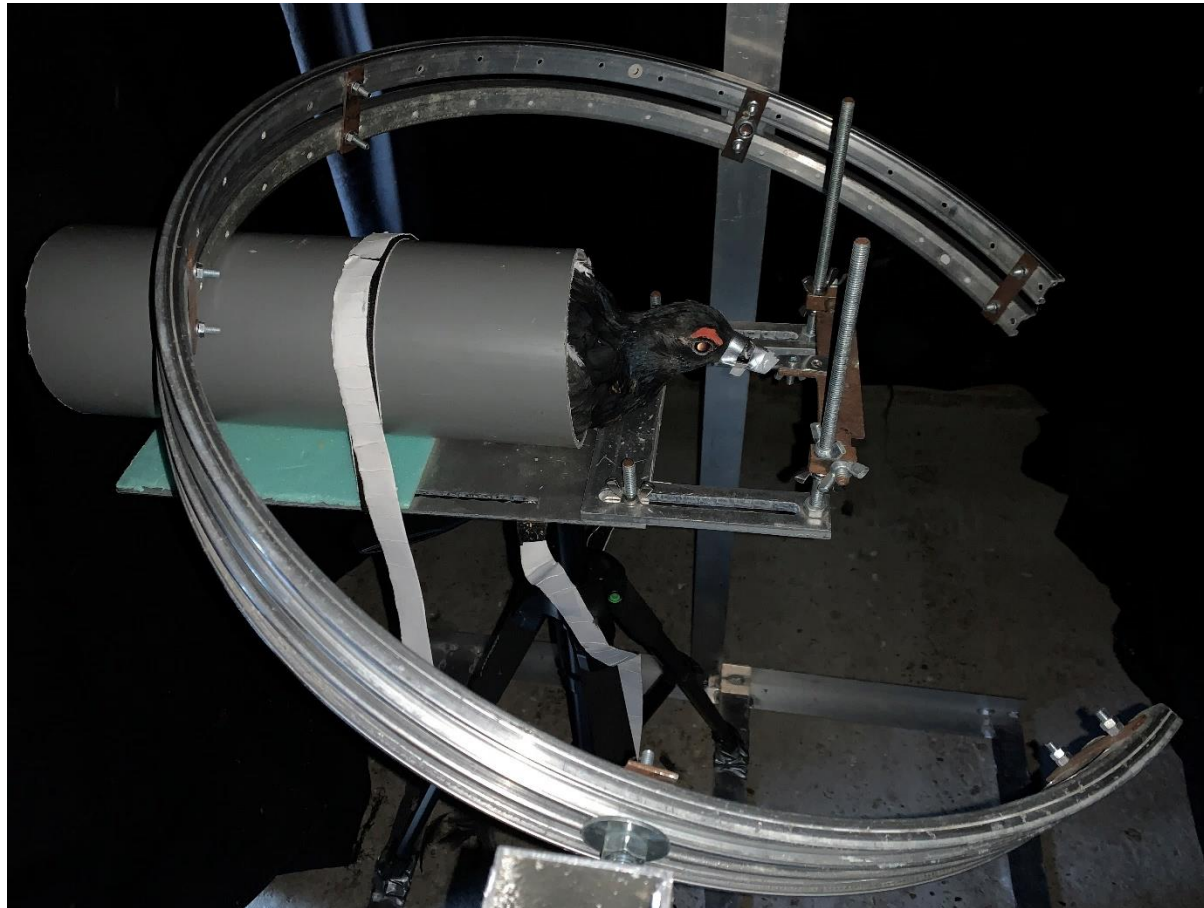
Zone aveugle



Région monoculaire

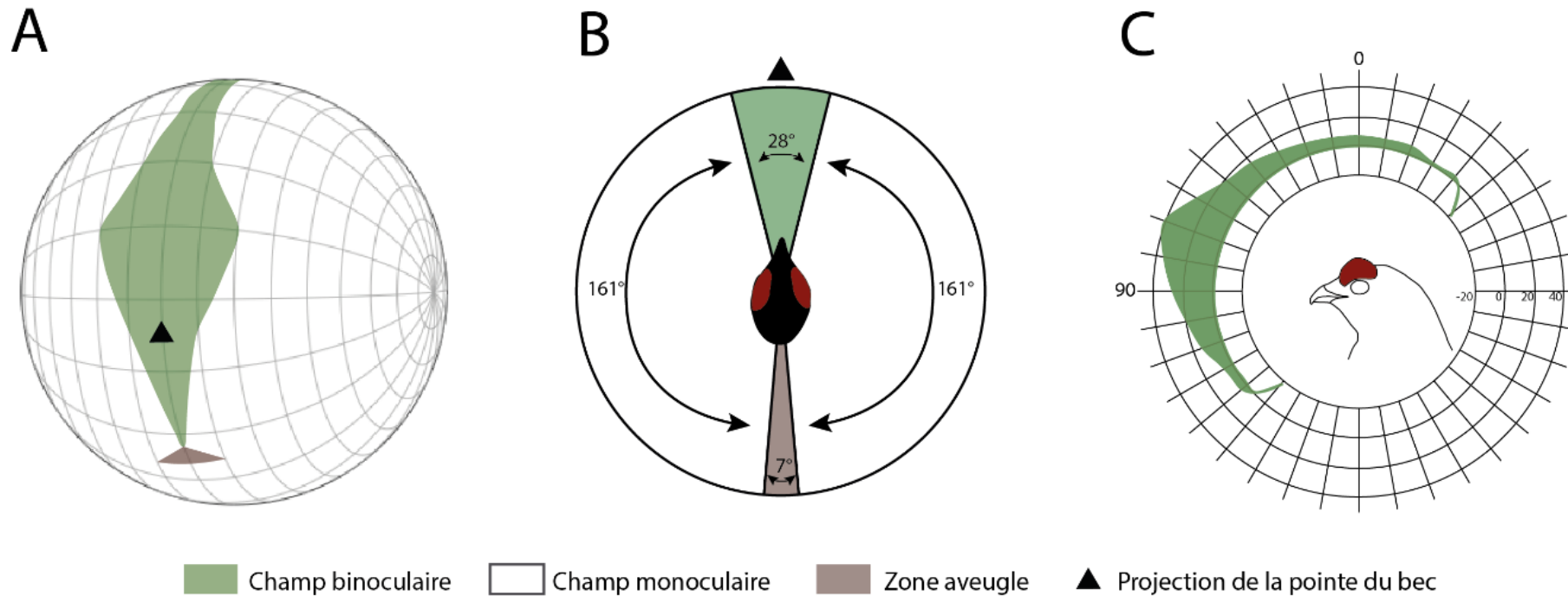
1) CHAMPS DE VISION

Méthode



1) CHAMPS DE VISION

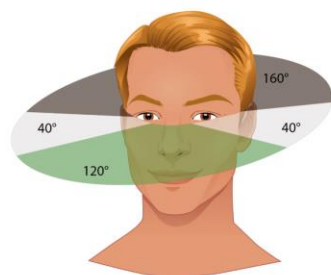
Résultats



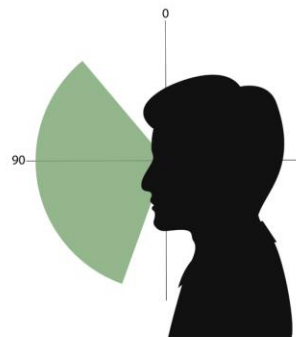
1) CHAMPS DE VISION

Résultats

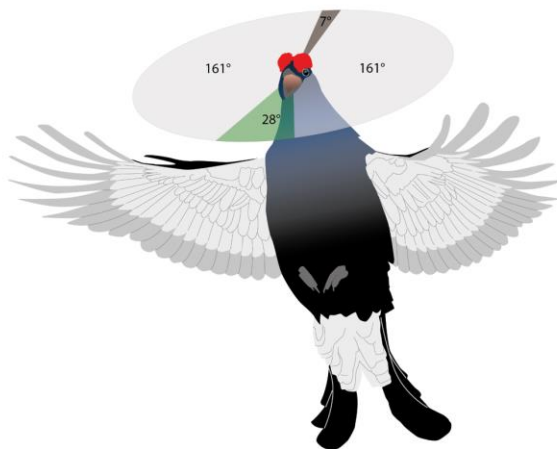
A



B



C

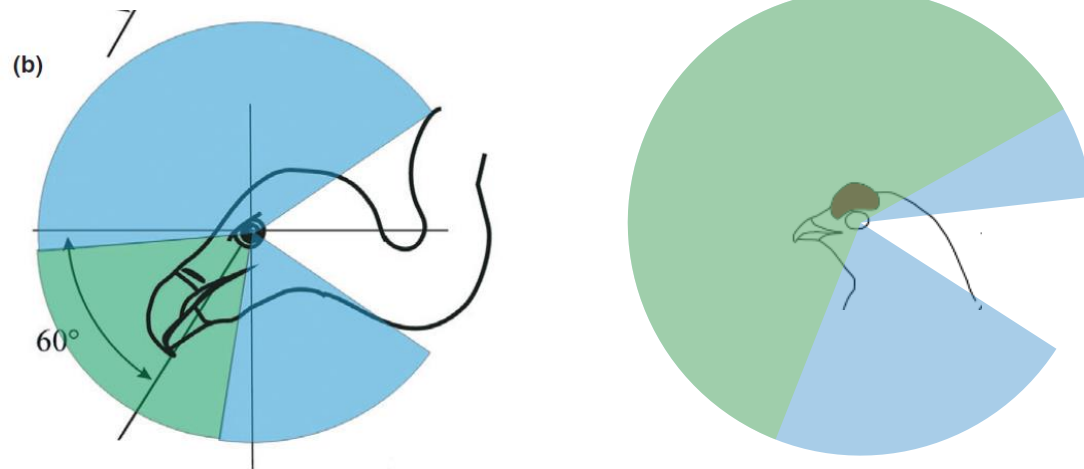


D



1) CHAMPS DE VISION

Interprétation dans le contexte des percussions



1) CHAMPS DE VISION

Conclusion

Les câbles entrent dans le champ de vision des tétras-lyre, peu importe la trajectoire de vol.

Il est donc possible d'envisager des solutions visuelles afin d'éviter les percussions.



Pour cela, il faut connaître les autres composantes visuelles !

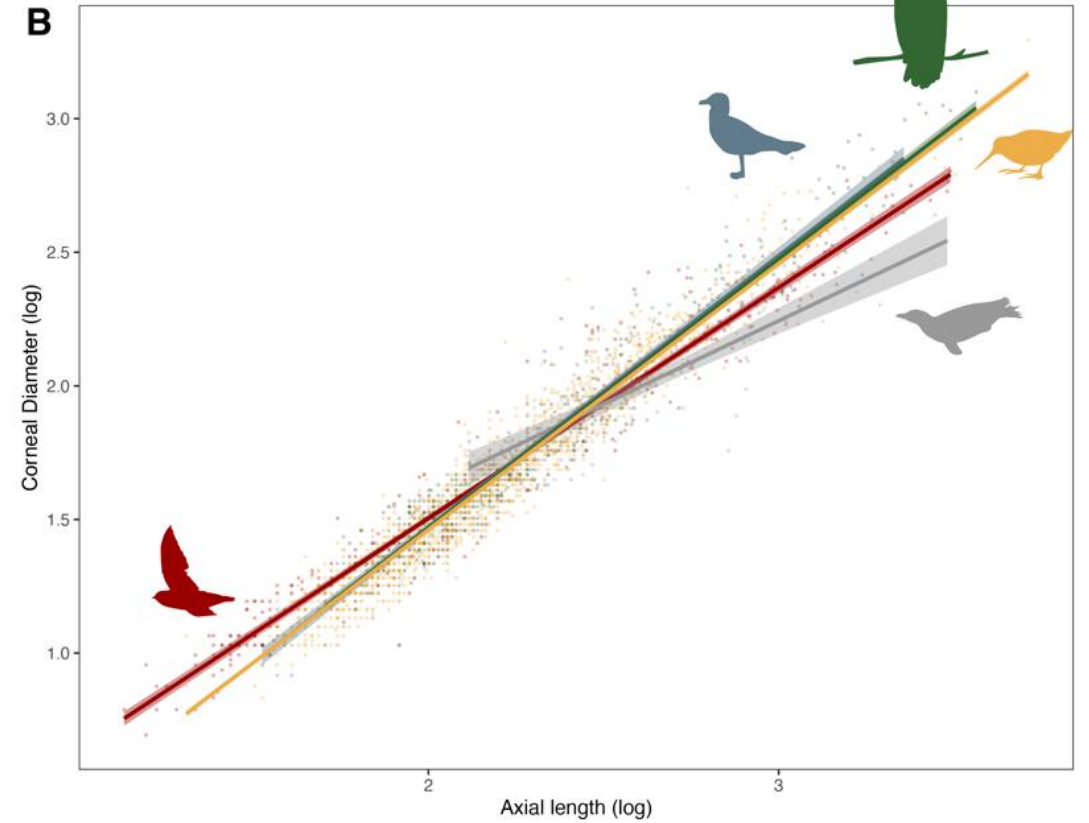


QUESTION : PEUT-ON RÉDUIRE LES PERCUSSIONS DES TÉTRAS-LYRE EN ÉTUDIANT LEURS CAPACITÉS VISUELLES ?

- 1) Champs de vision
- 2) Acuité visuelle
- 3) Sensibilité aux contrastes
- 4) Sensibilité spectrale

2) ACUITÉ VISUELLE

Lien taille de l'œil et acuité visuelle chez les oiseaux

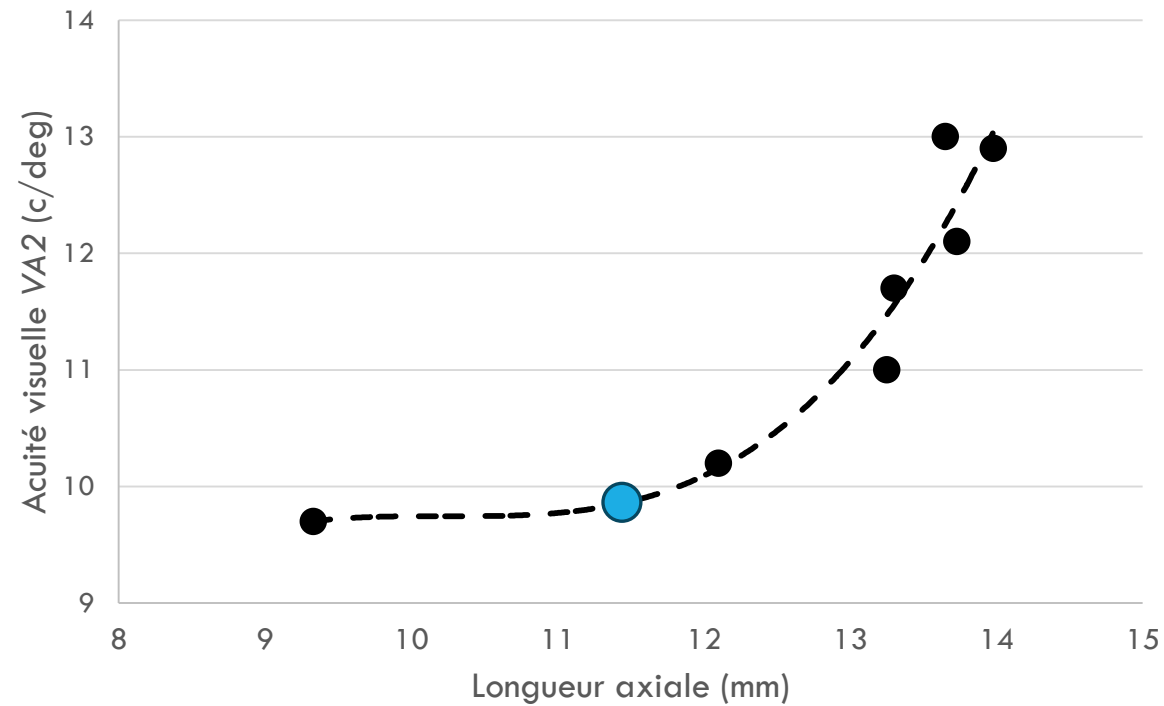


$$AL = \frac{CD}{10^{-0,22}}$$

Potier et al. 2016, Toomey et Corbo 2017, Potier et al. In prep

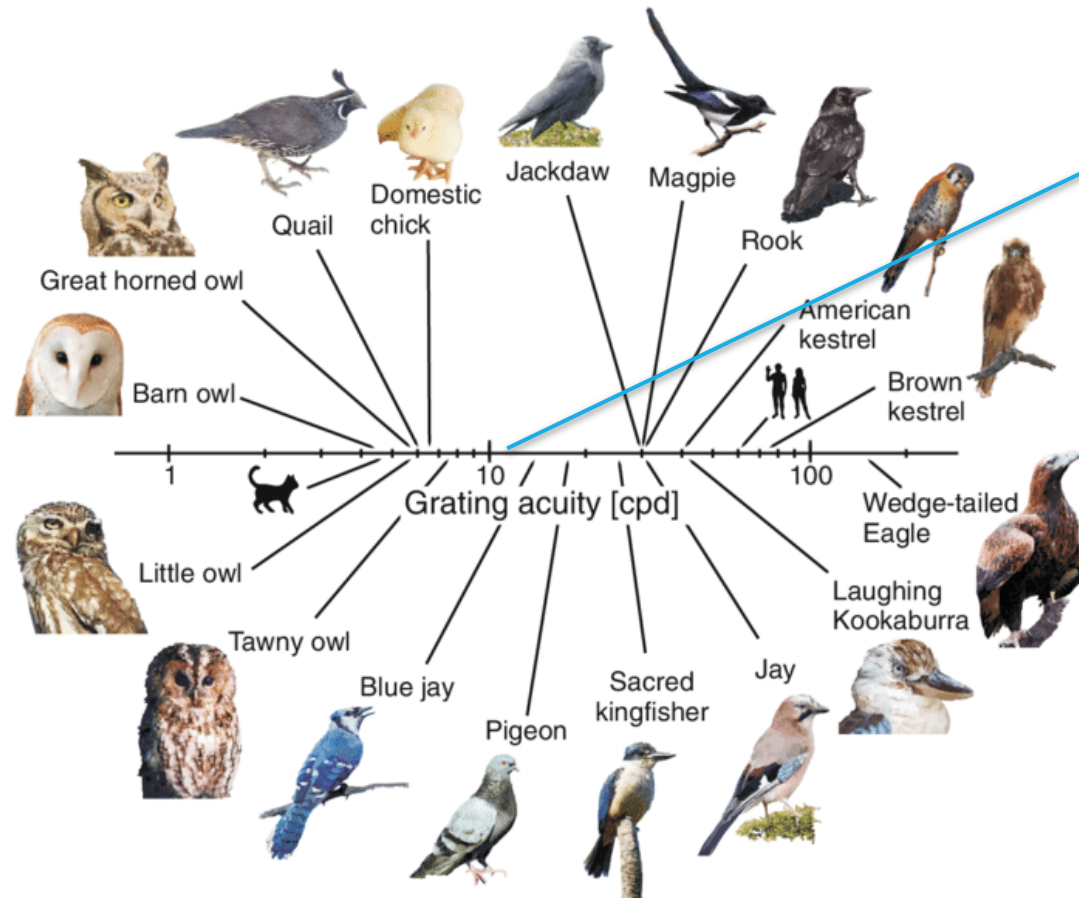
2) ACUITÉ VISUELLE

Chez le tétras-lyre ?



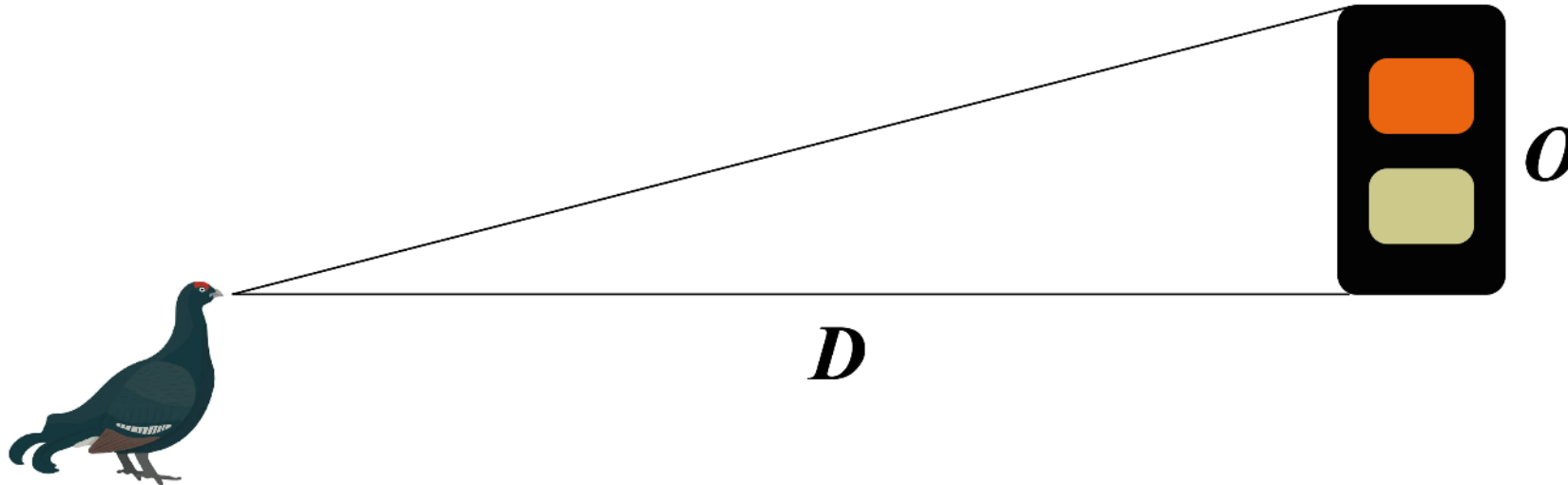
11.54 c/deg

2) ACUITÉ VISUELLE



2) ACUITÉ VISUELLE

Chez le tétras-lyre ?





**QUESTION : PEUT-ON RÉDUIRE LES
PERCUSSIONS DES TÉTRAS-LYRE EN ÉTUDIANT
LEURS CAPACITÉS VISUELLES ?**

- 1) Champs de vision
- 2) Acuité visuelle
- 3) Sensibilité aux contrastes
- 4) Sensibilité spectrale

3) SENSIBILITÉ AUX CONTRASTES

Principes



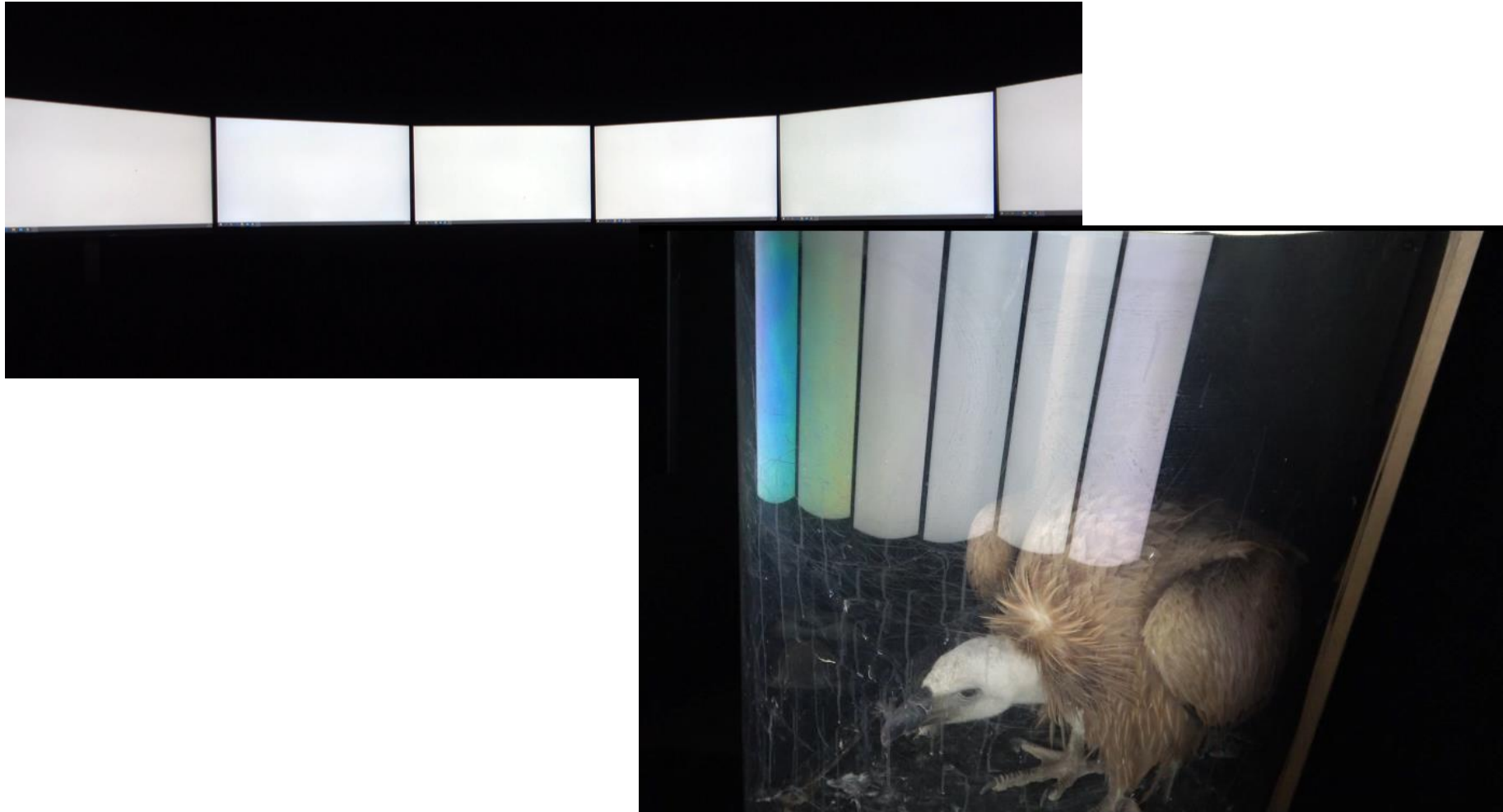
3) SENSIBILITÉ AUX CONTRASTES

Méthode



3) SENSIBILITÉ AUX CONTRASTES

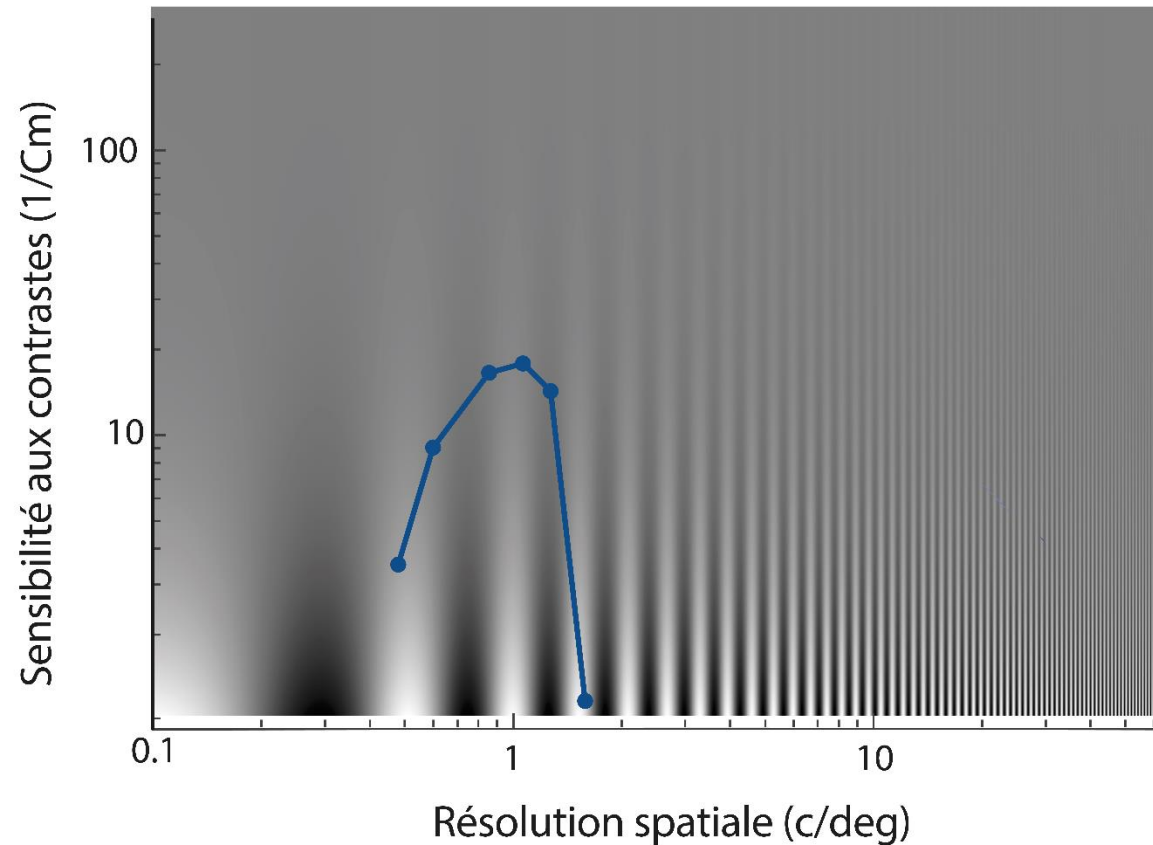
Méthode



Blary et al. 2024

3) SENSIBILITÉ AUX CONTRASTES

Résultats



$$C_m = \frac{L_{max} - L_{min}}{L_{max} + L_{min}}$$

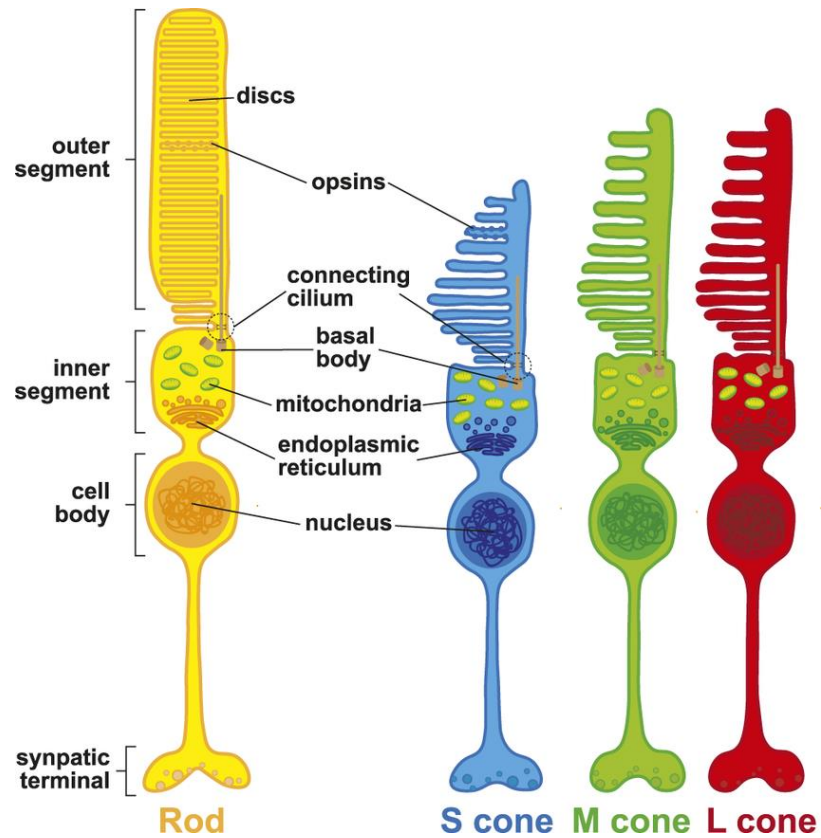


**QUESTION : PEUT-ON RÉDUIRE LES
PERCUSSIONS DES TÉTRAS-LYRE EN ÉTUDIANT
LEURS CAPACITÉS VISUELLES ?**

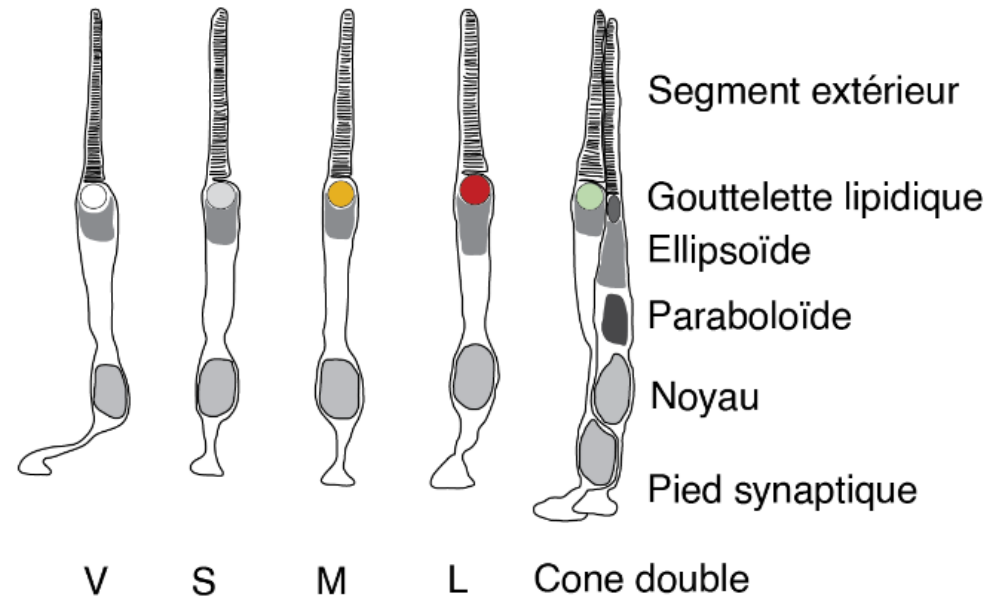
- 1) Champs de vision
- 2) Acuité visuelle
- 3) Sensibilité aux contrastes
- 4) Sensibilité spectrale

4) SENSIBILITÉ SPECTRALE

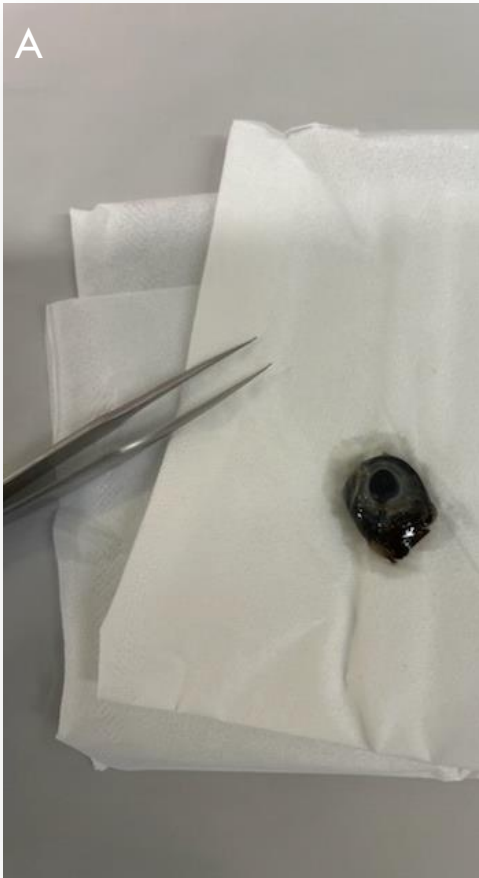
Evolution des opsines cônes chez les vertébrés



A. Types de cônes



4) SENSIBILITÉ SPECTRALE



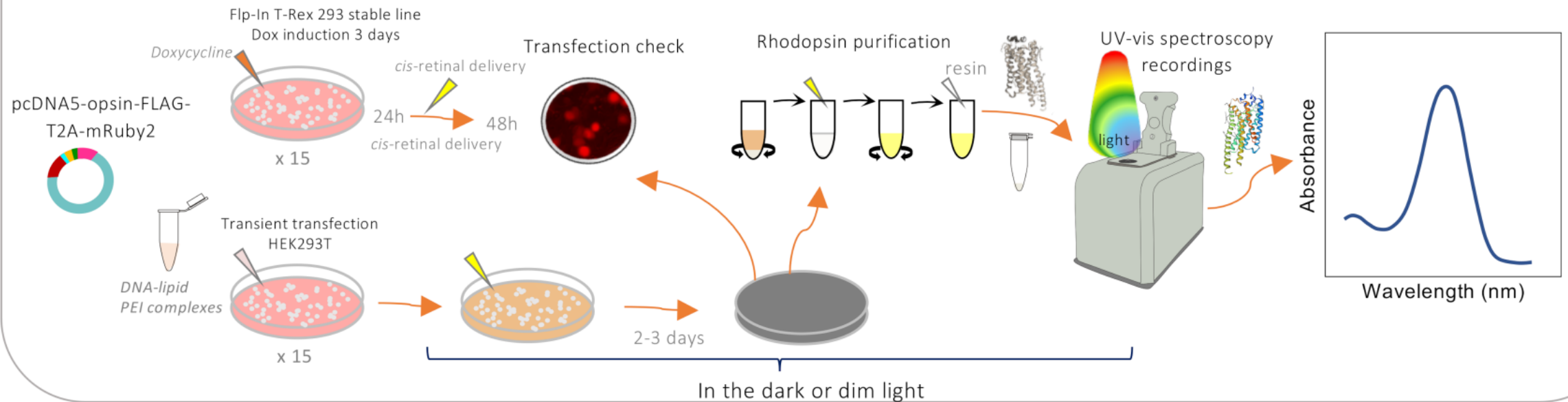
ADN non dégradé -> 4H



4) SENSIBILITÉ SPECTRALE

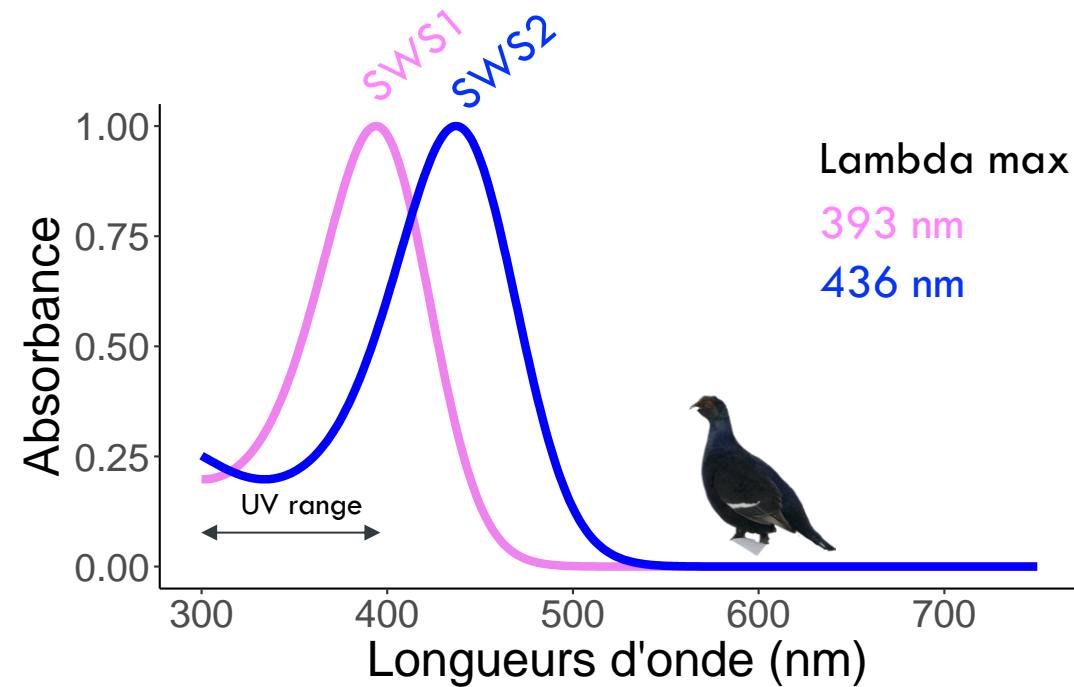
Amplification et expression fonctionnelle

Parallel sensitive heterologous expression



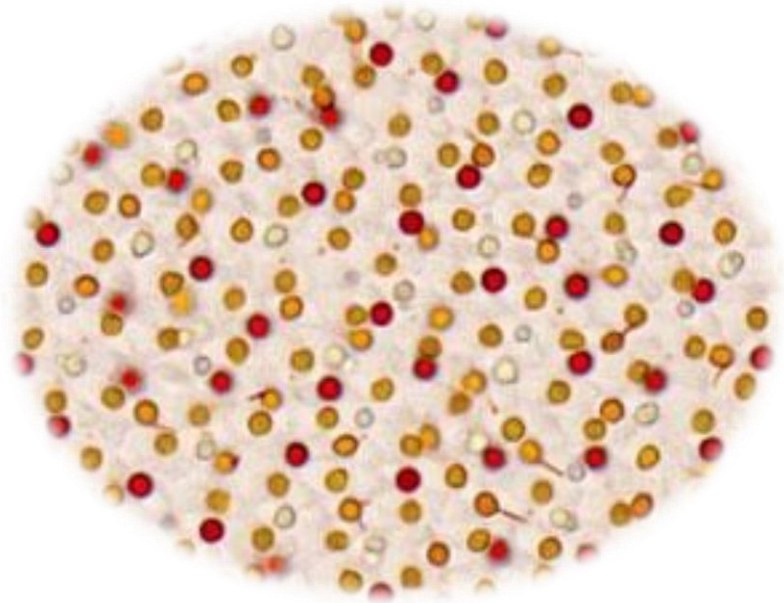
4) SENSIBILITÉ SPECTRALE

Résultats : Perception des UV

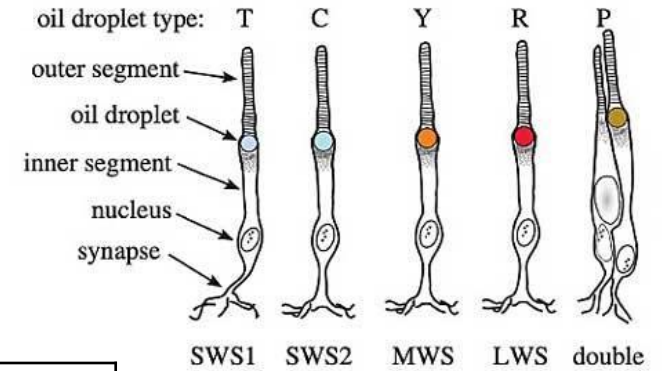


4) SENSIBILITÉ SPECTRALE

Résultats : Perception des UV



EFFET DES GOUTTELETTES
LIPIDIQUES ET DE LA CORNÉE



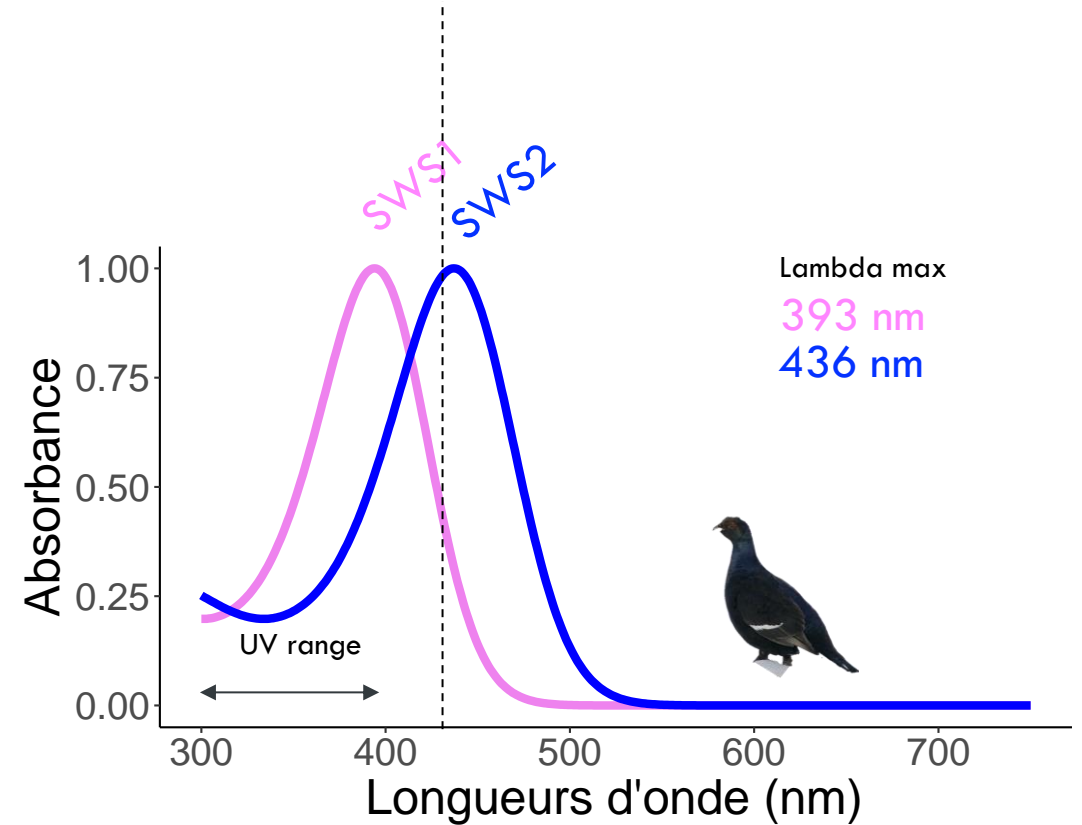
Toomey et al 2015

Species	Visual pigment lambda max (nm)		C-type droplet lambda cut (nm) in SWS2 cone	Lambda difference
	SWS1	SWS2		
Blackbird (<i>Turdus merula</i>)	373	454	414	40
Blue tit (<i>Parus caeruleus</i>)	372	449	413	36
Budgeriar (<i>Melopsittacus undulatus</i>)	371	440	411	29
Canary (<i>Serinus canaria</i>)	363	440	414	26
Chicken (<i>Gallus gallus domesticus</i>)	418	453	443	10
Cut-throat finch (<i>Amadina fasciata</i>)	370	447	423	24
Feral pigeon (<i>Columba livia</i>)	404	452	448	4
Gouldian finch (<i>Erythrura gouldiae</i>)	370	440	422	18
Japanese quail (<i>Coturnix coturnix japonica</i>)	418	450	446	4
Mallard duck (<i>Anas platyrhynchos</i>)	415	452	445	7
Peafowl (<i>Pavo cristatus</i>)	424	458	449	9
Plum-headed finch (<i>Neochmia modesta</i>)	373	442	415	27
Red-billed leothrix (<i>Leothrix lutea</i>)	355	454	392	62
Rhea (<i>Rhea americana</i>)		447	417	30
Starling (<i>Sturnus vulgaris</i>)	362	449	399	50
Wedge-tailed shearwater (<i>Puffinus pacificus</i>)	406	450	445	5
White-headed munia (<i>Lonchura maja</i>)	373	446	422	24
Zebra finch (<i>Taeniopvgia guttata</i>)	359	427	414	13
Black grouse (<i>Lyrurus tetrix</i>)*	393	436	430,84	5,1571

* Valeurs extraites de Hart and Vorobyev 2005; * This study

4) SENSIBILITÉ SPECTRALE

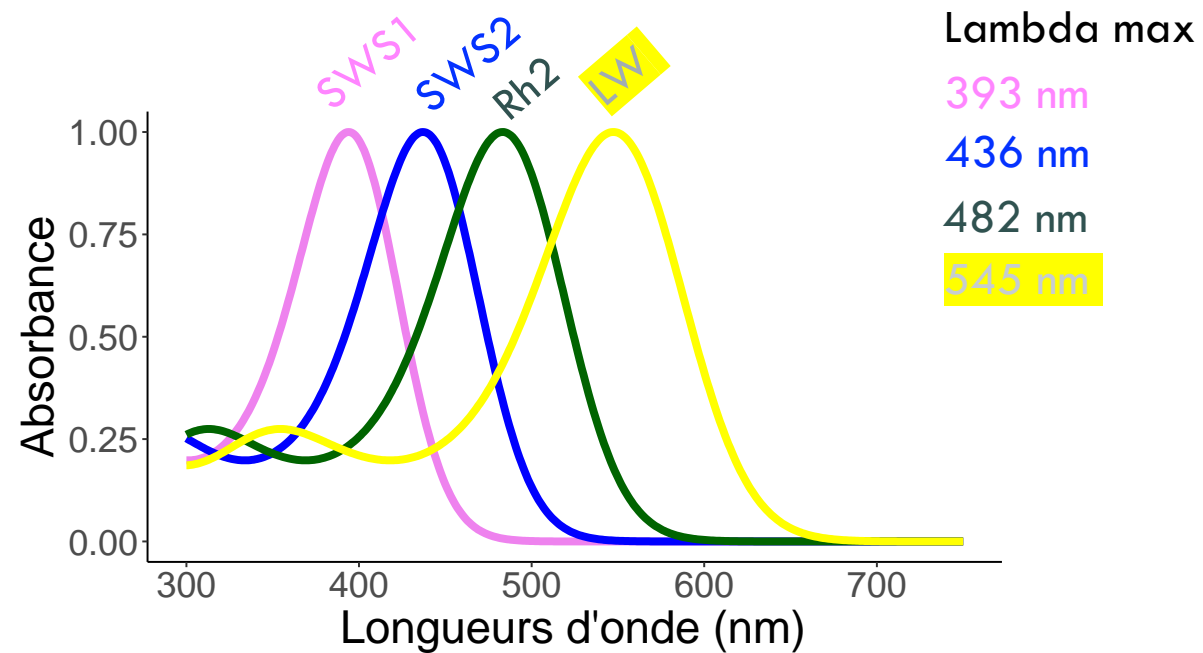
Résultats : Perception des UV



Cut-off estimé à 430 nm

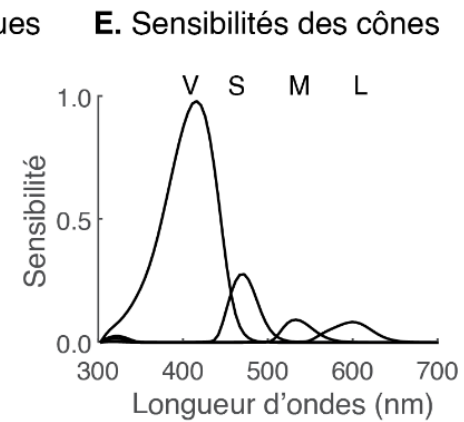
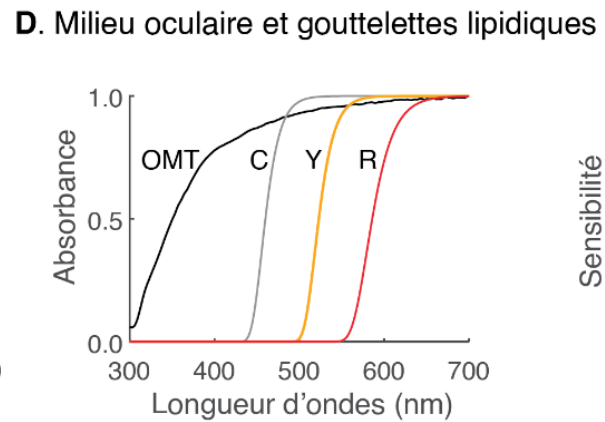
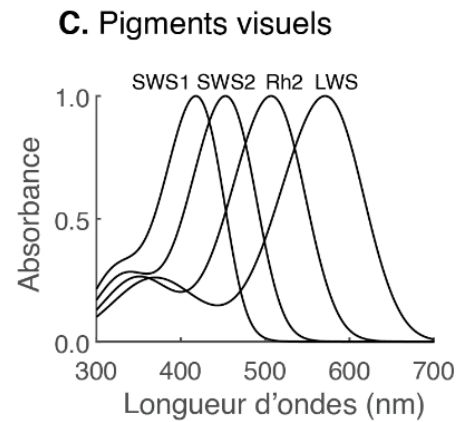
4) SENSIBILITÉ SPECTRALE

Résultats : Sensibilité spectrale totale



4) SENSIBILITÉ SPECTRALE

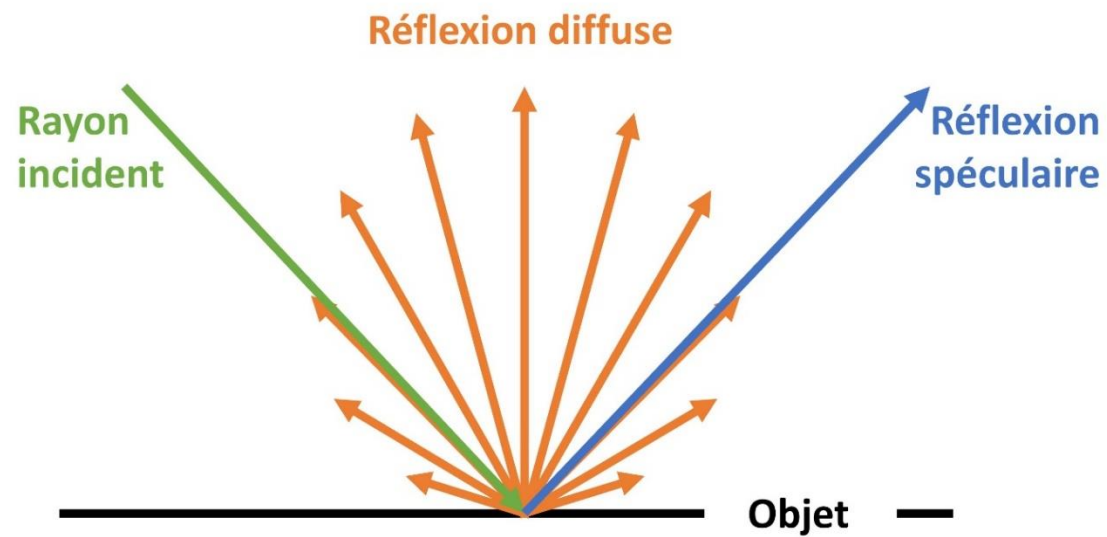
Résultats : Sensibilité spectrale totale



Kelber 2019

4) SENSIBILITÉ SPECTRALE

Résultats : Emission spectrale des balises



4) SENSIBILITÉ SPECTRALE

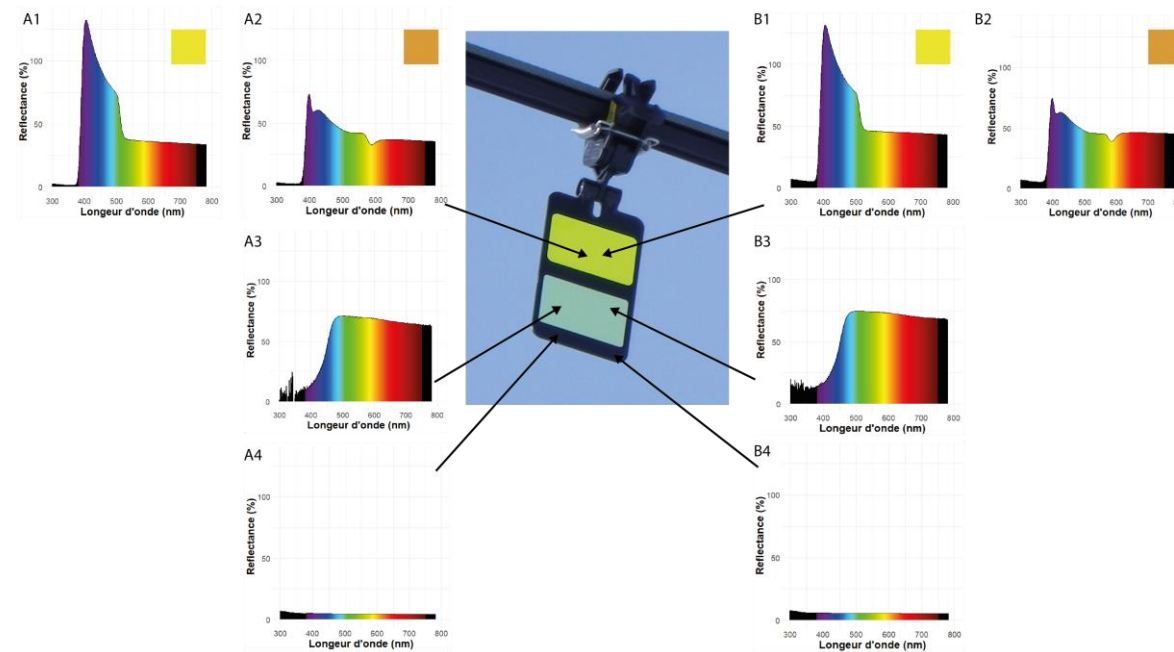
Résultats : Emission spectrale des balises

- Peu d'UV
- Contrastes forts

Firefly noire

A. RAYONS DIFFUS

B. RAYONS SPECULAIRES

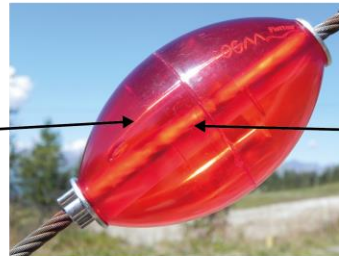
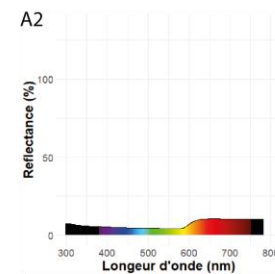
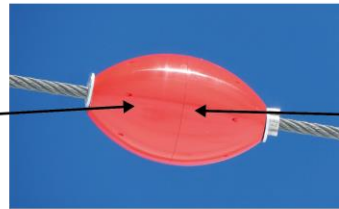
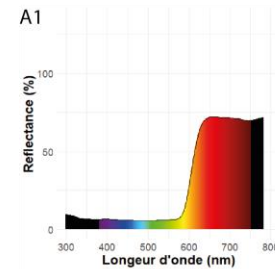


4) SENSIBILITÉ SPECTRALE

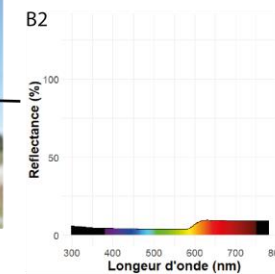
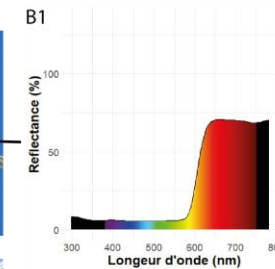
Résultats : Emission spectrale des balises

Flotteurs

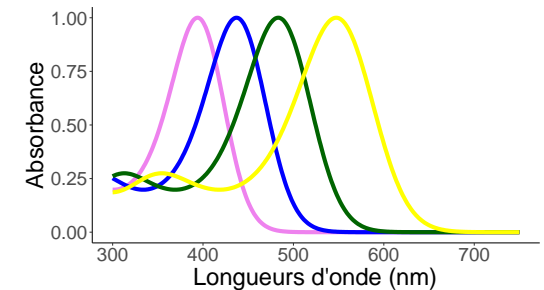
A. RAYONS DIFFUS



B. RAYONS SPECULAIRES

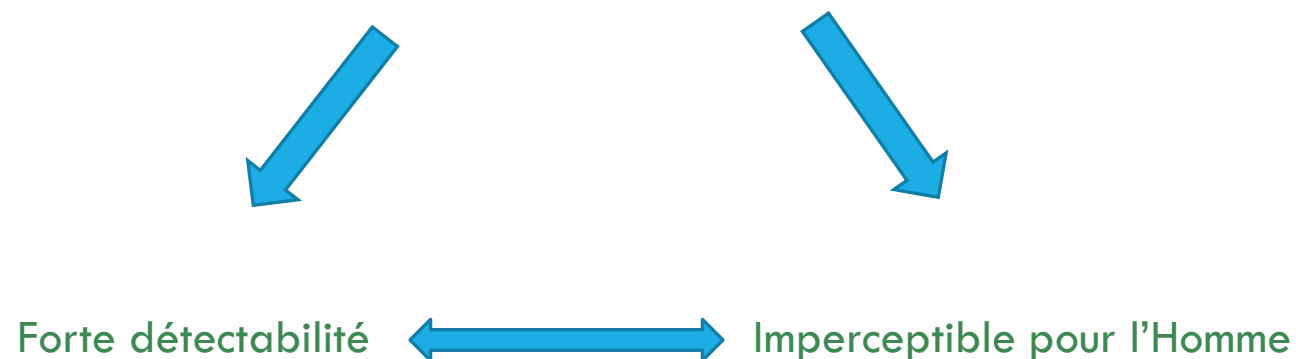


- Peu d'UV
- Pas de contrastes
- Quid du spectre dans les longueurs d'ondes élevées ?



DISCUSSION ET SOLUTIONS

- La vision est un sens complexe et multifacette.
- Hormis les champs visuels, les autres paramètres dépendent de la luminosité (x3000 au cours de la journée).
- Les nuances achromatiques se voient à plus longue distance que les nuances chromatiques (x3 chez la buse de Harris).
- Les nuances chromatiques sont plus sensibles aux changements de luminosité.



DISCUSSION ET SOLUTIONS

Forte détectabilité

Il faut prendre en compte :

- Les capacités visuelles
- La vitesse de vol
- Le temps de prise de décision

D'après Alerstam et al. 2007, la vitesse de vol serait de 16.04 m/s

D'après Martin 2022, le temps de prise de décision serait de 2 sec



DISCUSSION ET SOLUTIONS

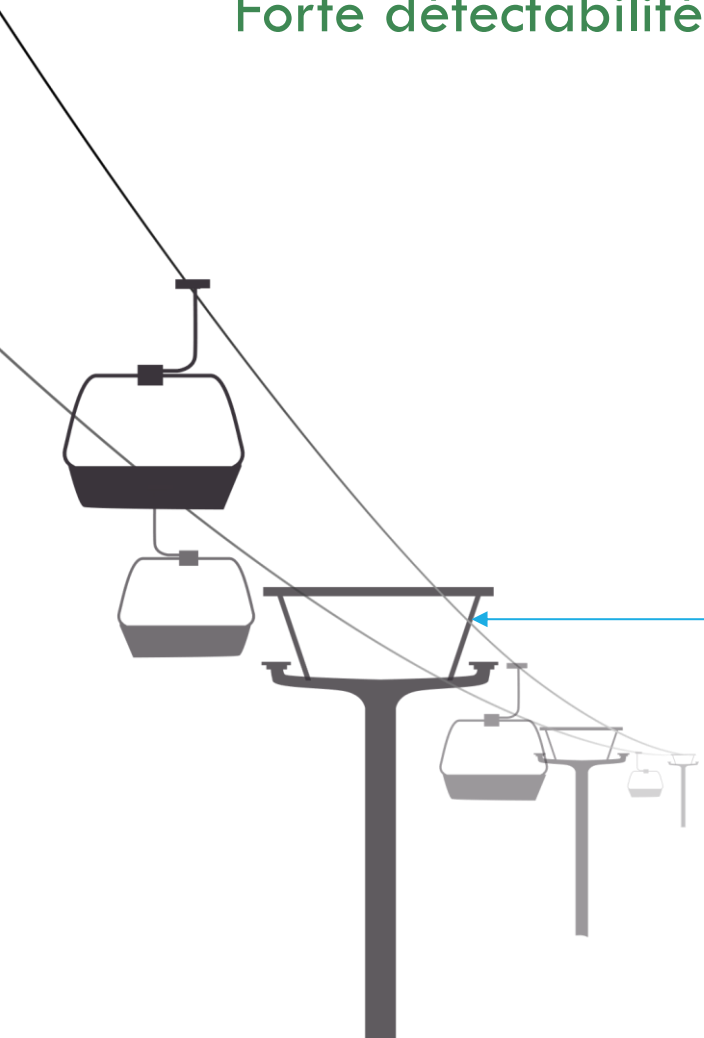
Forte détectabilité



Considérant une acuité visuelle de 11.5 c/deg, ces balises se verraient à 99m

MAIS !!!!

Martin (2022) considère que l'acuité visuelle maximale doit être divisée par 5 pour être représentative de l'ensemble des conditions !



32m



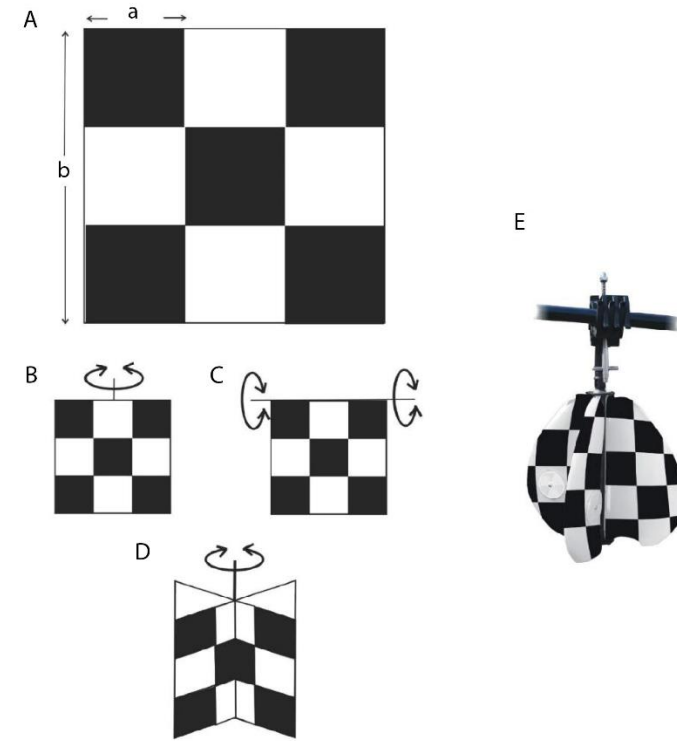
Le risque 0 n'existe pas

DISCUSSION ET SOLUTIONS

Forte détectabilité

Distance nécessaire pour éviter percussion (m)	Taille minimale de la balise (mm)			
	Conditions optimales		Conditions variables (/5)	
	Résolution spatiale statique	Résolution spatiale en mouvement	Résolution spatiale statique	Résolution spatiale en mouvement
16m (temps de réaction = 1s)	36 (12)	261 (87)*	180 (60)*	1311 (437)
32m (temps de réaction = 2s)	72 (24)	525 (175)*	363 (121)*	2619 (873)

rouge : données les plus probables



32m



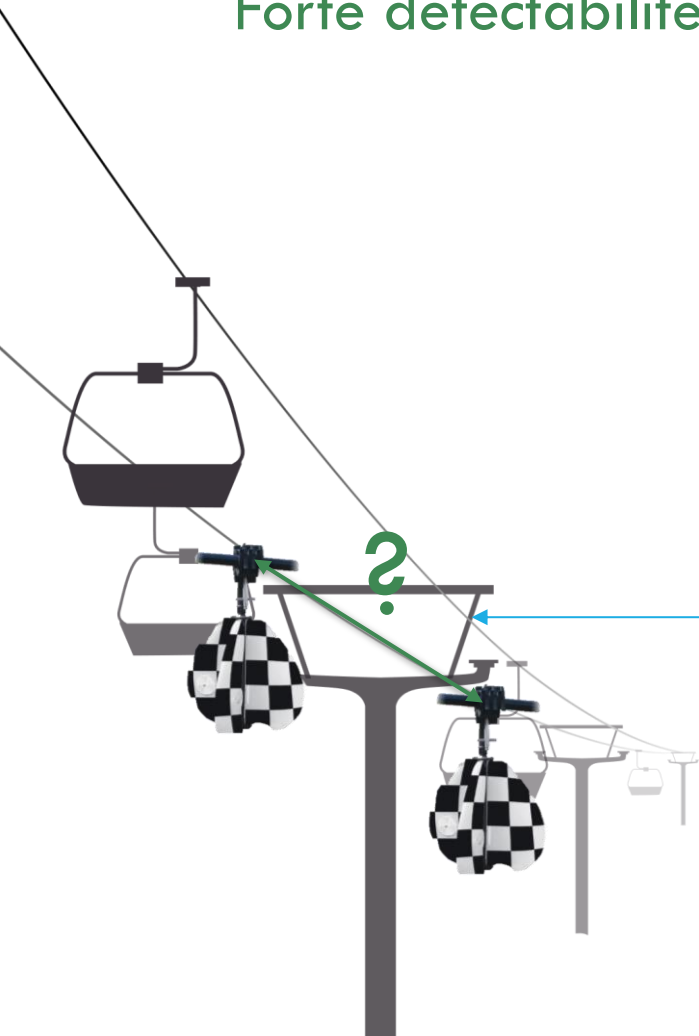
On peut ajouter un signal U.V. pour augmenter la détection !

DISCUSSION ET SOLUTIONS

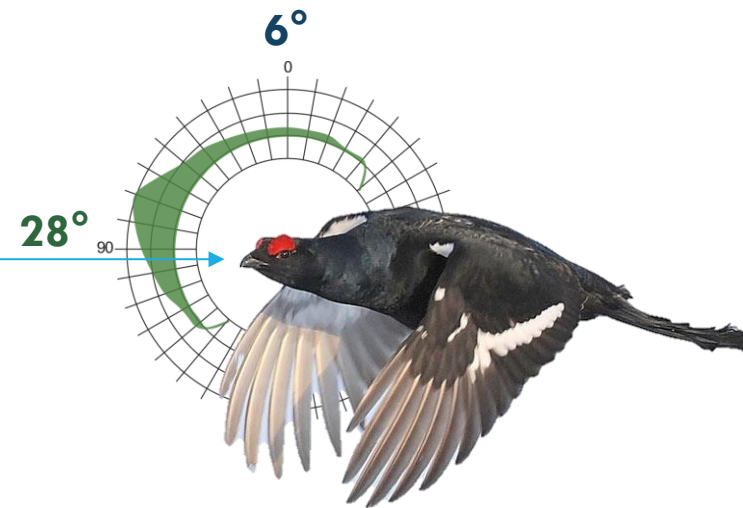
Forte détectabilité

Si vol horizontal à la même altitude que le câble : 17m

Si vol vertical partant du dessous du câble : 3.3m



32m



DISCUSSION ET SOLUTIONS

Imperceptible pour l'Homme



DISCUSSION ET SOLUTIONS

Limites

1. Ce sont des données théoriques qui méritent des tests expérimentaux.
2. Détection ou effarouchement ?
3. Solutions adaptées pour le tétras-lyre seulement ?
4. Attente des données radar et GPS.
5. Impacts potentiels sur d'autres espèces ?

PERSPECTIVES

Les systèmes mis en place offrent déjà des solutions prometteuses.

Cette étude vise à proposer des solutions pour améliorer les systèmes futurs.



PERSPECTIVES

2024-2025 : vers l'élaboration d'une balise « idéale »
pour remontées mécaniques et lignes électriques.

- recherche financement
- établissement Cahier des Charges
- Production prototype
- Test in situ

Parallèlement, test utilisation signaux lumineux UV
pour les câbles mobiles
sur les remontées mécaniques (CATEX....) =
Test câbles à LED et système ACAS



MERCI

Avec le soutien de



**RÉPUBLIQUE
FRANÇAISE**

*Liberté
Égalité
Fraternité*

**FONDS NATIONAL
D'AMENAGEMENT
ET DE DEVELOPPEMENT
DU TERRITOIRE**
Massif des Alpes



UNION EUROPÉENNE

Fonds Européen de
Développement Régional



**RÉGION
SUD**

PROVENCE
ALPES
CÔTE D'AZUR



l'Europe

s'engage

sur
le Massif alpin

EN PARTENARIAT AVEC LA RÉGION AUVERGNE-RHÔNE-ALPES

