

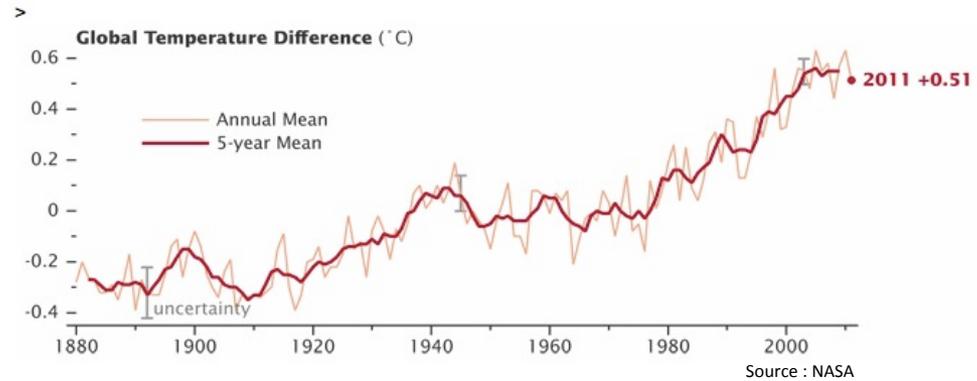
Liens entre traits d'histoire de vie et stress oxydant  
sous l'effet de l'interaction température-sédiments  
chez des alevins d'Ombre chevalier (*Salvelinus alpinus* L.)



Master 2 Sciences pour l'Environnement  
Gestion de l'Environnement et Ecologie Littorale

Encadré par Emilien Lasne et Lisandrina Mari

## Changement climatique



## Changement climatique

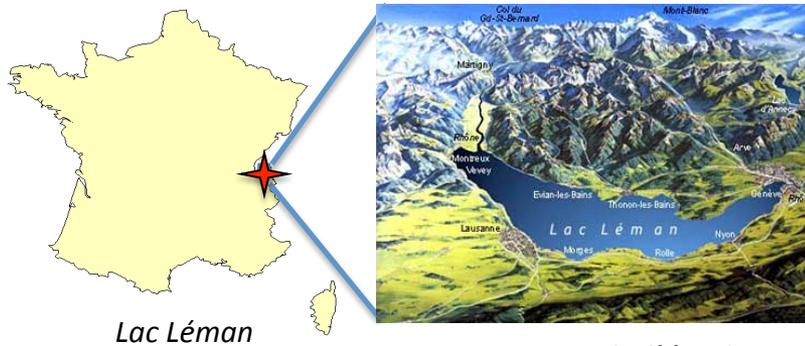
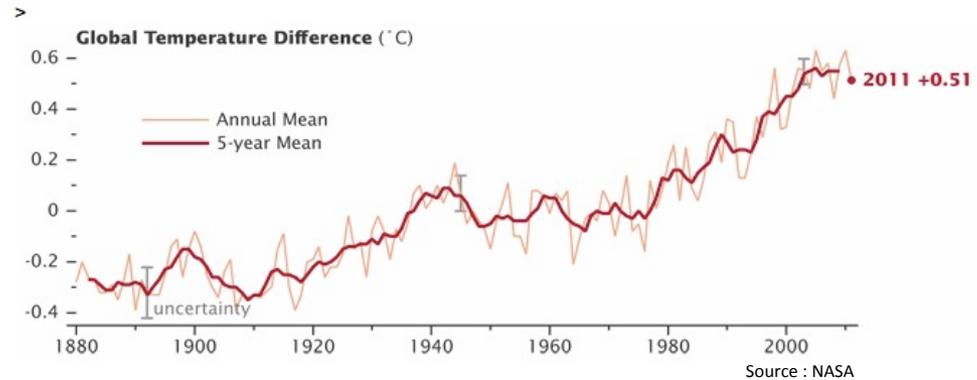


Figure 1: Site de l'étude

### Lac Léman :

- Plus grand lac d'Europe occidentale
- Altitude : 372 m
- Surface : 582 km<sup>2</sup>
- Volume : 89km<sup>3</sup>



**Omble chevalier**  
(*Salvelinus alpinus* L.)

- Limite Sud de répartition en Europe : lac du Bourget et du Léman
- Salmonidés sténotherme des eaux froides (5°C)
- Distribution circumpolaire

→ Retrait des glaces lors de la dernière glaciation (13 000 ans)

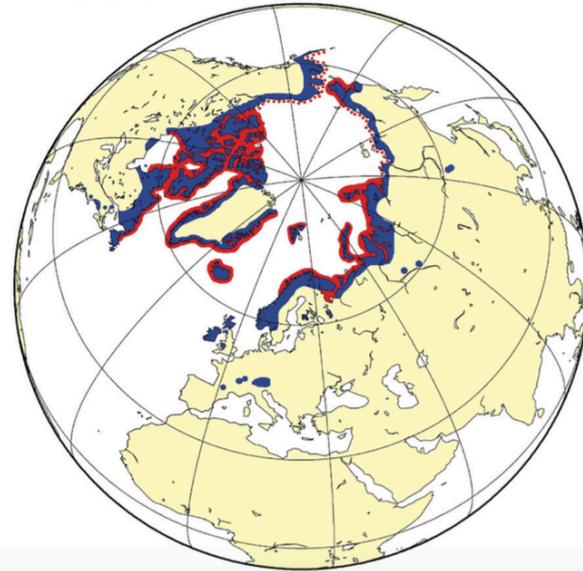
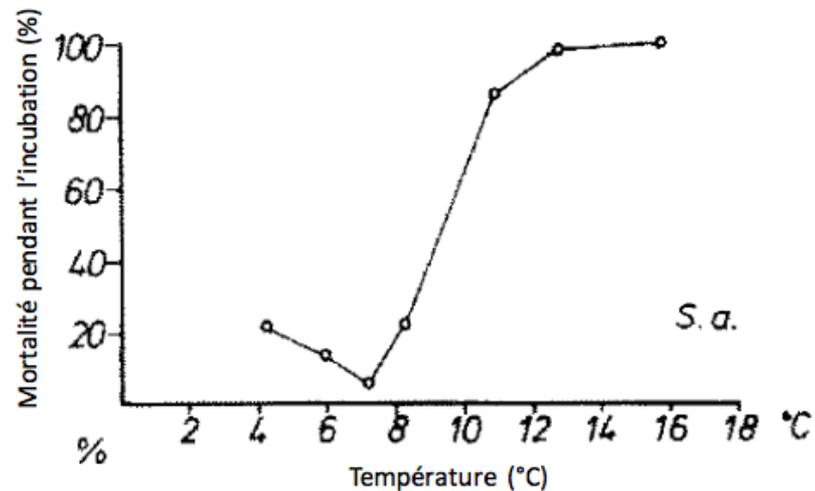


Figure 2: Distribution circumpolaire de l'Omble chevalier, population résidentes (rouge) et anadromes (bleu) (Klemetsen et al. 2003)



## Pressions environnementales

- Augmentation température de l'eau  
→ Forte **mortalité** des **œufs** à partir de 8°C

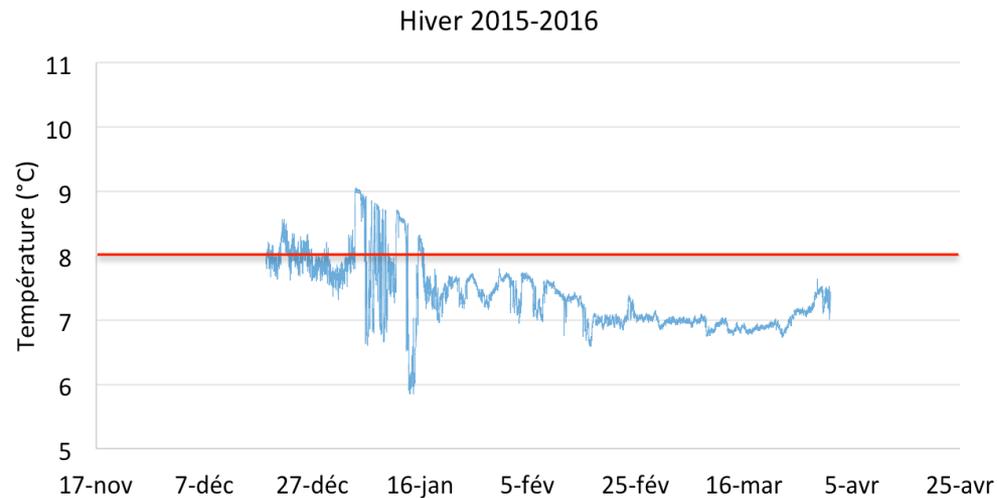


Taux de mortalité pendant l'incubation (Jungwirth & Winkler, 1984)



## Pressions environnementales

- Augmentation température de l'eau
- Forte **mortalité** des **œufs** à partir de 8°C





## Pressions environnementales

- Augmentation température de l'eau



 métabolisme

 consommation en O<sub>2</sub>



## Pressions environnementales

- Présence de sédiments dans les frayères (diminution de l'accès à l'O<sub>2</sub>)



- Empêche échanges gazeux (bouche pores interstitiels de l'œuf)
- Rend milieu hypoxique

Augmentation T°  
+ sédimentation



Effet ??



**Traits d'histoire de vie**  
survie, taille, ...

(Mari et al. 2016)

Augmentation T° + sédimentation → Effet ?? → Traits d'histoire de vie (Mari et al. 2016)  
survie, taille, ...

### Conditions d'exposition

- Température : 5°C (optimale) et 8.5°C (stressante)
- Sédiments : 5 traitements

### Mesures des traits d'histoire de vie

- Durée d'incubation
  - Survie à l'éclosion
  - Taille à l'éclosion
- } Mari et al. (2016)



Emilien Lasne

Figure 4: Gradient du traitement sédiments

Augmentation T°  
+ sédimentation

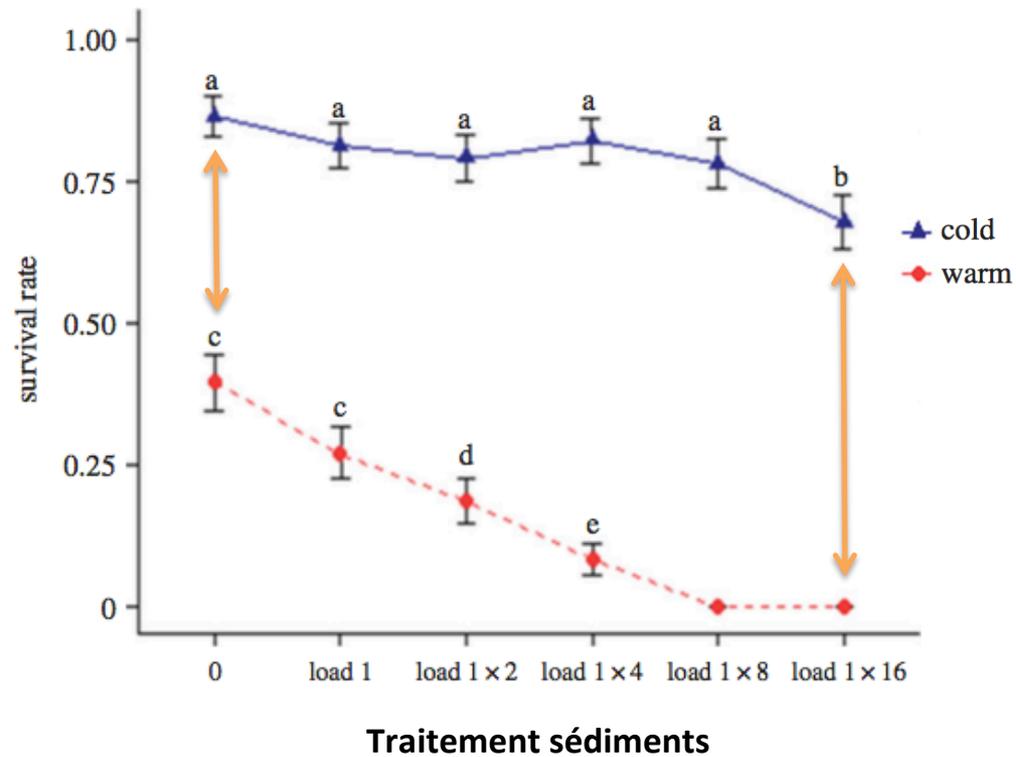


Effet synergique



Traits d'histoire de vie  
survie, taille, ...

(Mari et al. 2016)



Augmentation T°  
+ sédimentation

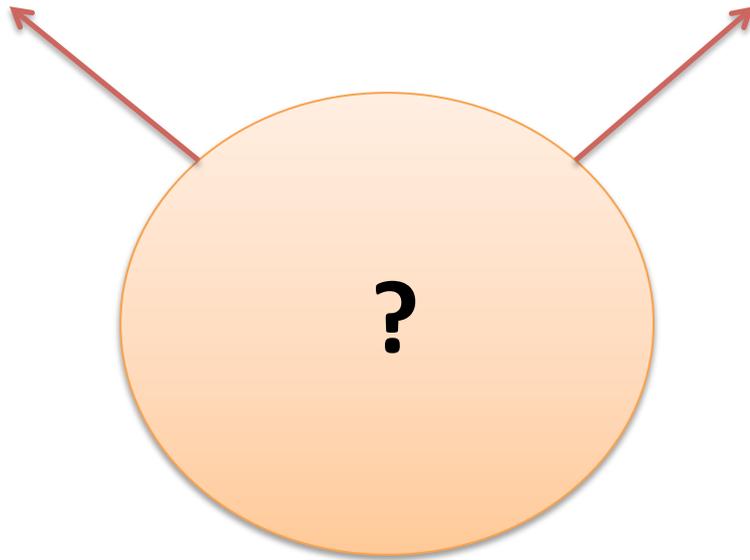


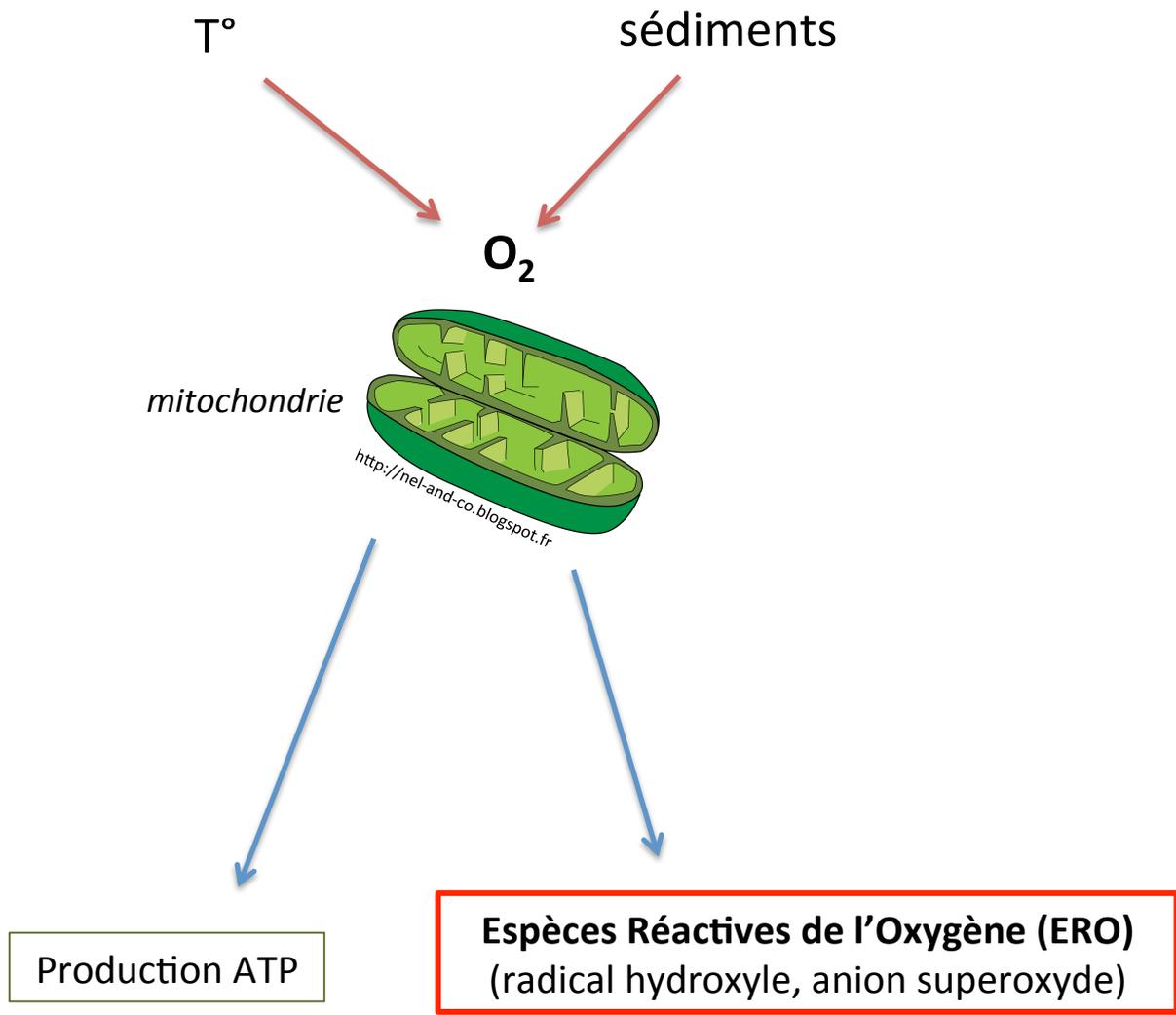
Effet synergique

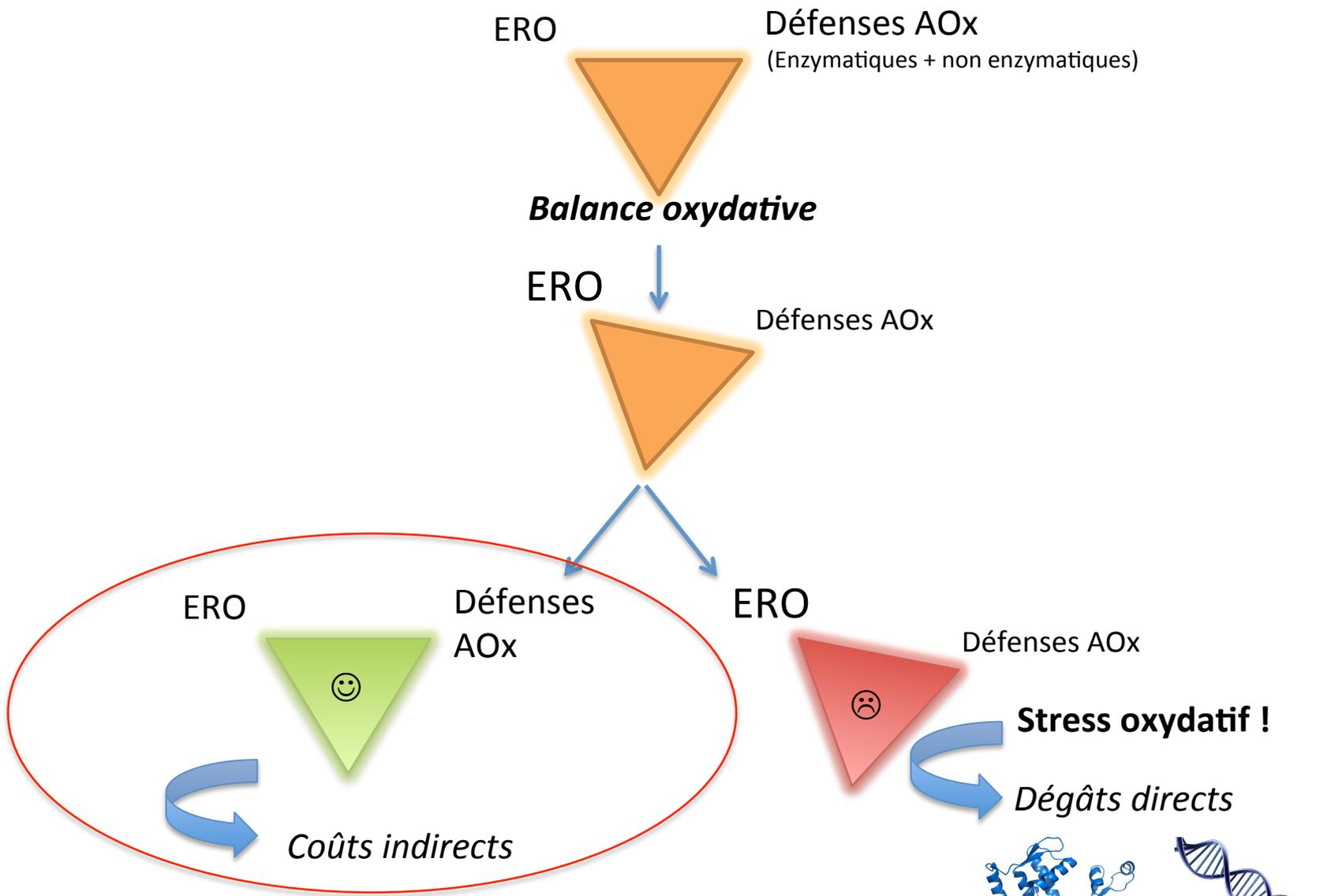


Traits d'histoire de vie  
survie, taille, ...

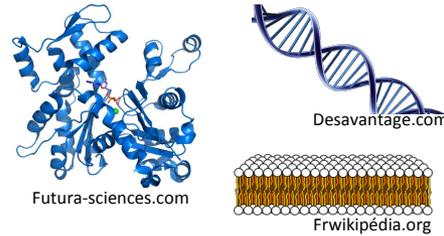
(Mari et al. 2016)







**Compromis allocation des ressources:**  
 défenses, croissance, reproduction, ...



**Comment l'interaction température-sédiments module l'allocation des ressources (défenses vs croissance) chez l'Omble chevalier (*Salvelinus alpinus L.*) pendant les premiers stades de développement ?**

Littérature :

- Température → augmentation des défenses Aox  
→ THV affectés
- Effets des sédiments sur la synthèse des défenses?
- Effets combinés de la température/sédiments sur la synthèse des défenses?

Hypothèses :

1°) Interaction température-sédiments augmente la synthèse des défenses  
(besoin O<sub>2</sub> ++ → ventilation ++ → production d'énergie ++ → production d'ERO ++)

2°) Une augmentation des défenses Aox mène à la diminution de la croissance

**Comment l'interaction température-sédiments module l'allocation des ressources (défenses vs croissance) chez l'Omble chevalier (*Salvelinus alpinus* L.) pendant les premiers stades de développement ?**

Température : 5°C et 8.5°C

Traitement sédiments : contrôle et traitement 2

Famille : A1, B2, C3

Nb individu : 3 / famille / traitements

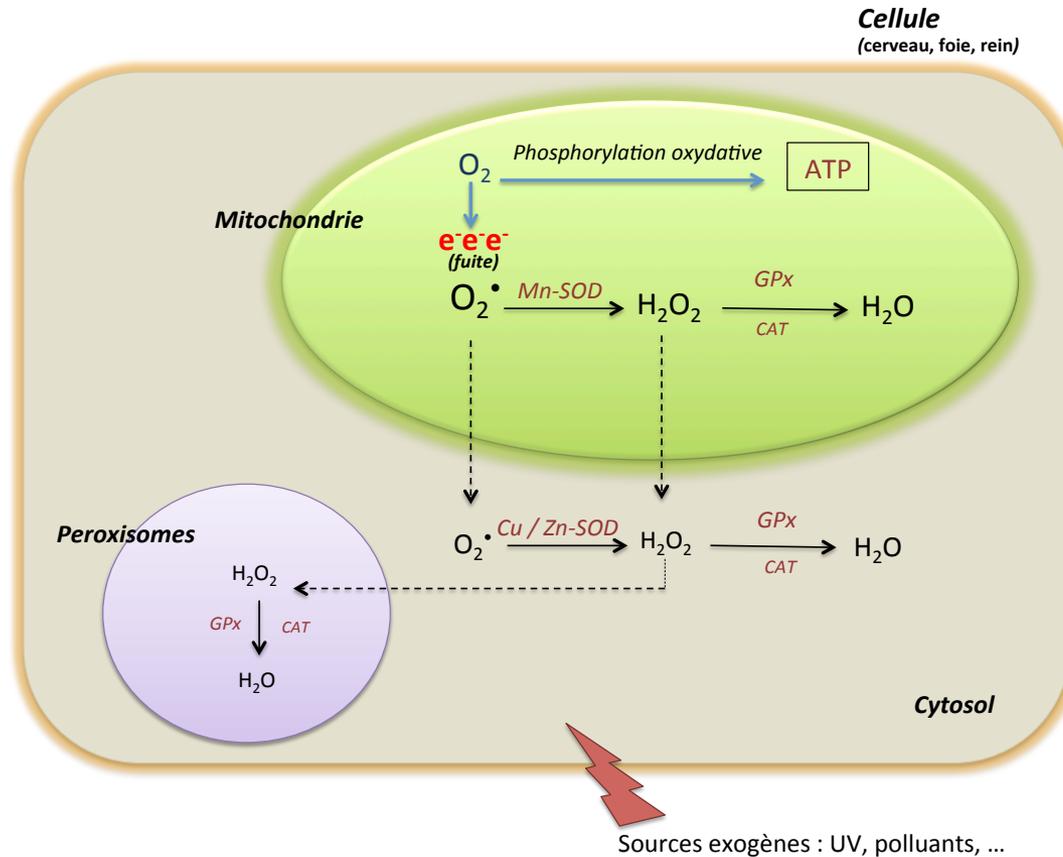
**Mesures des traits d'histoire de vie**

- Durée d'incubation
  - Survie à l'éclosion
  - Taille à l'éclosion
- } Mari et al. (2016)

- Balance oxydative :
  - biomarqueur de défenses : activité de la SOD
  - biomarqueur de dégâts : peroxydation lipidique

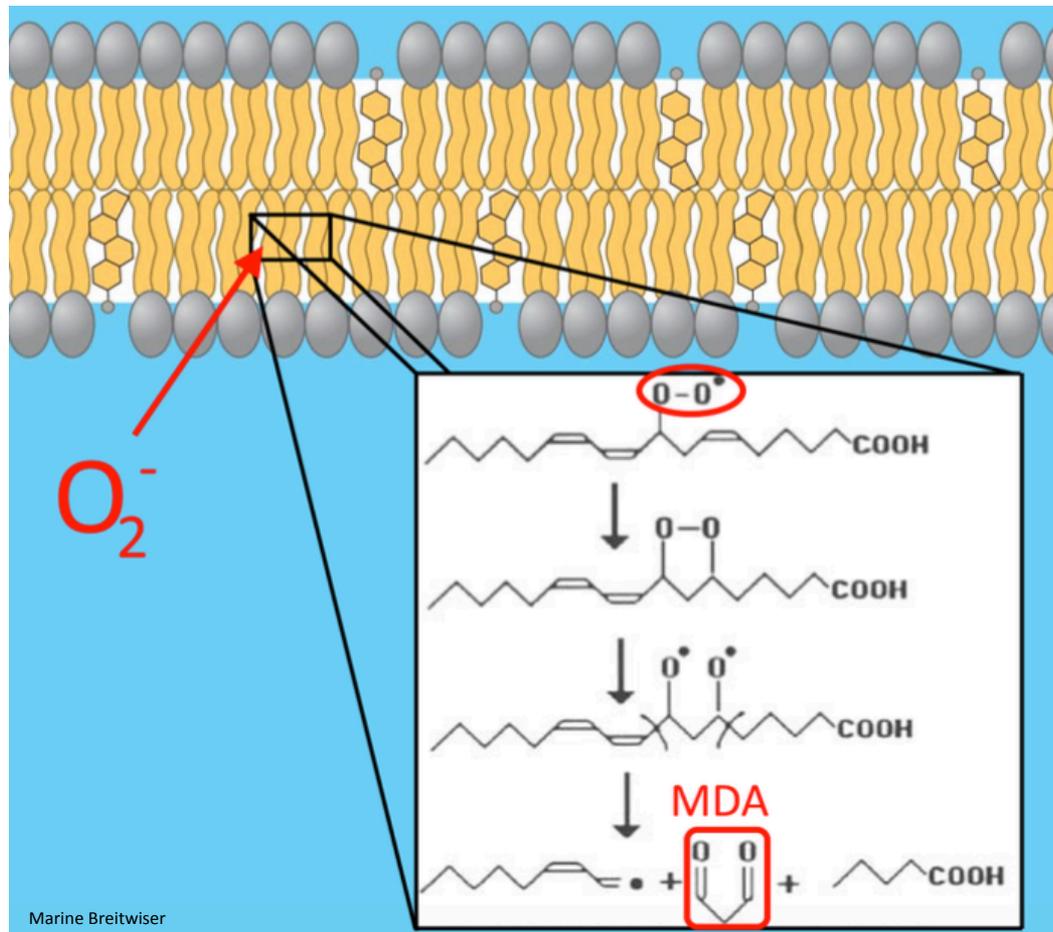
## Biomarqueur de défenses : activité de la SuperOxyde Dismutase (SOD)

1<sup>ère</sup> enzyme activée lors d'un stress oxydant



## Biomarqueur de dégâts : peroxydation lipidique

MDA : produit chimique de la peroxydation lipidique résultant d'un stress oxydant



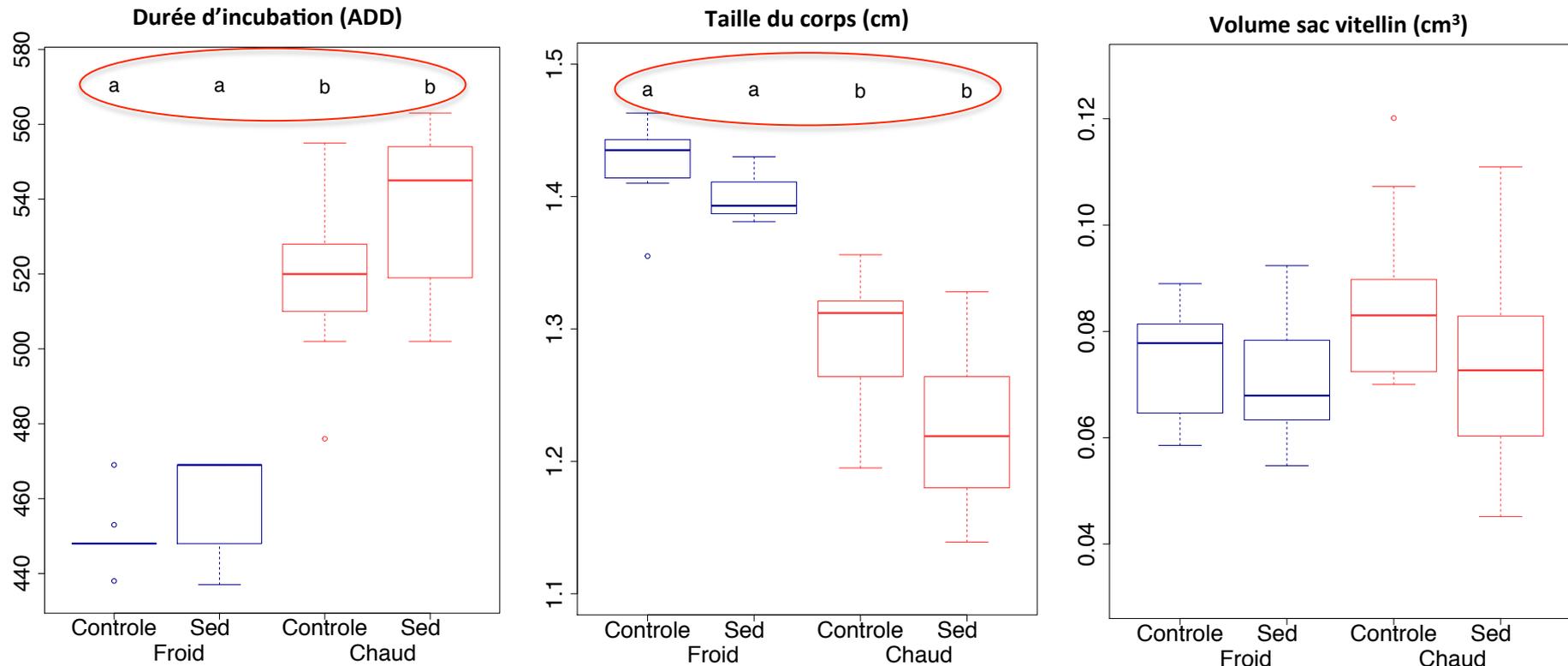
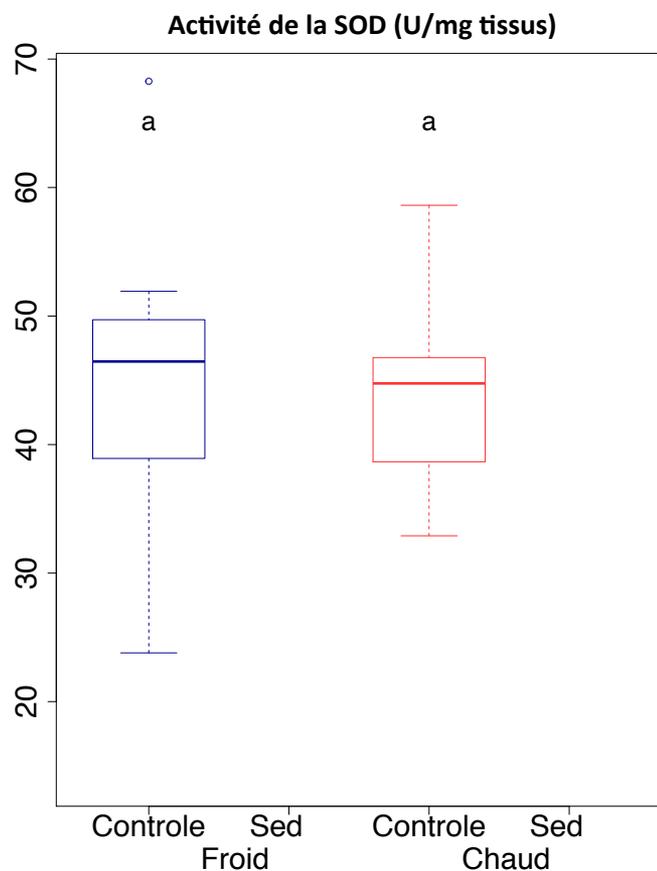


Figure 7 : Mesures des THV pour les deux traitements sédiments et à 5°C et 8,5°C, (n=9), a-b : $p < 0,05$  (Kruskal-Wallis et Dunn test).

### Au chaud :

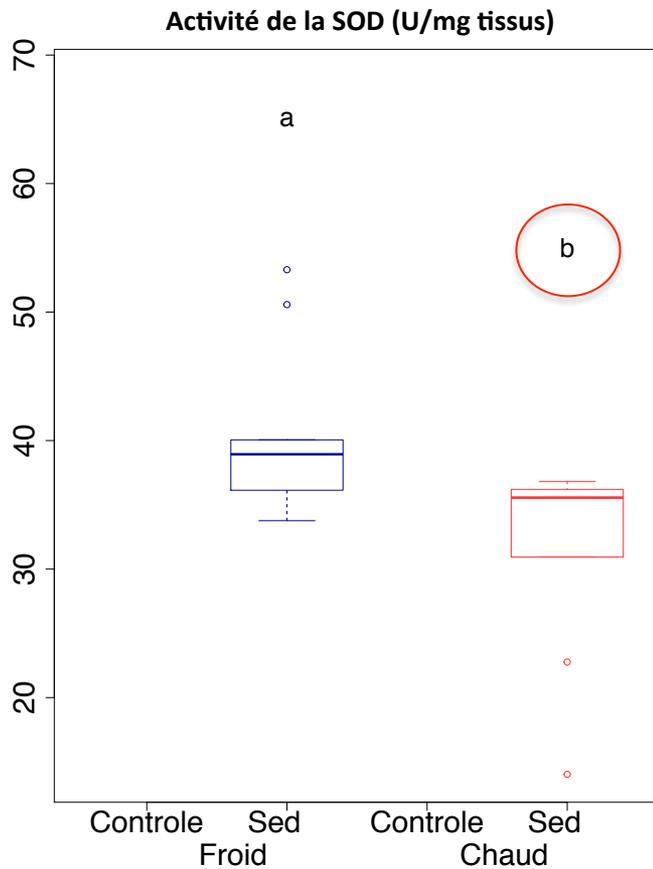
- Augmentation de la durée d'incubation en degré-jour
- Individus de petite taille

Même résultats que  
Mari et al. (2016)



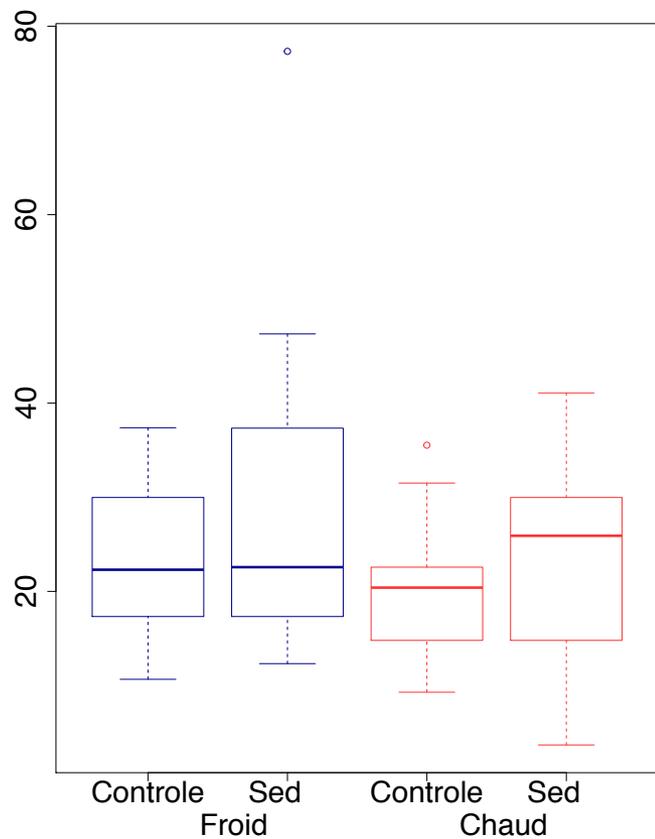
- SOD toujours fonctionnelle au chaud (Lushchak & Bagnyukova, 2006a)
- Production plus importante mais qu'une partie soit moins stable → résultats identiques

Figure 8 : Mesures de l'activité de la SOD pour les deux traitements sédiments et à 5°C et 8,5°C, (n=9), a-b : $p < 0,05$  (Kruskal-Wallis et Dunn test).



Consommation O<sub>2</sub> moindre car moins disponible  
(Lushchak & Bagnyukova, 2006b)

Figure 8 : Mesures de l'activité de la SOD pour les deux traitements sédiments et à 5°C et 8,5°C, (n=9), a-b :p<0,05 (Kruskal-Wallis et Dunn test).

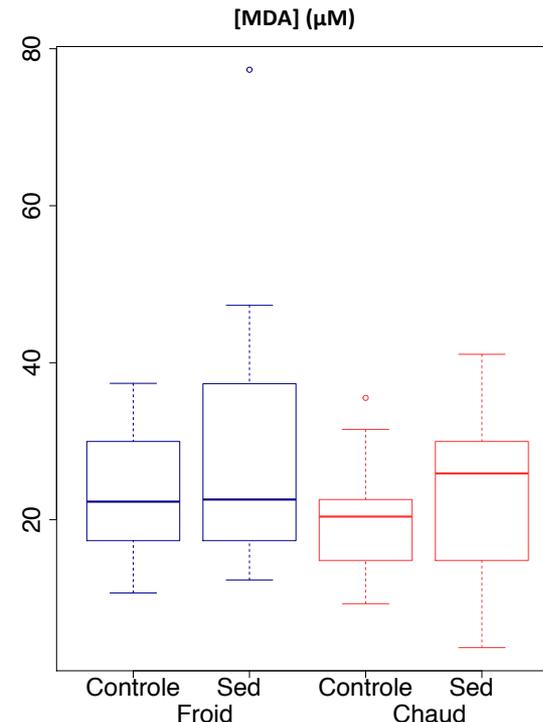
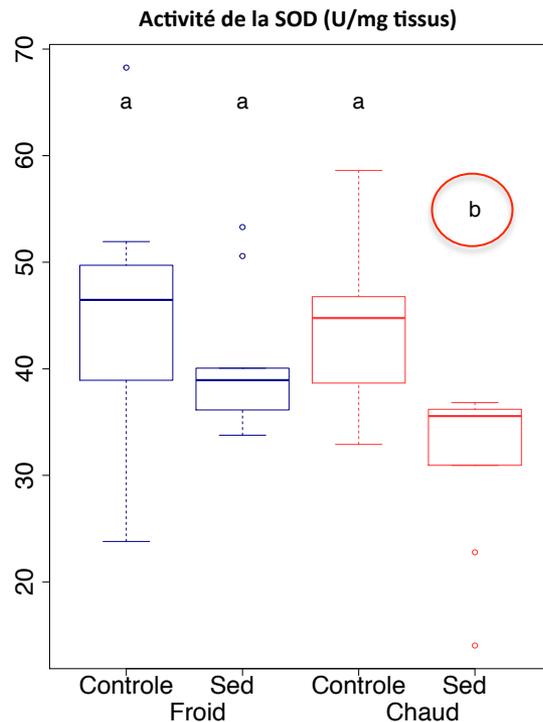


Aucune différence entre les traitement T°  
et sédiments

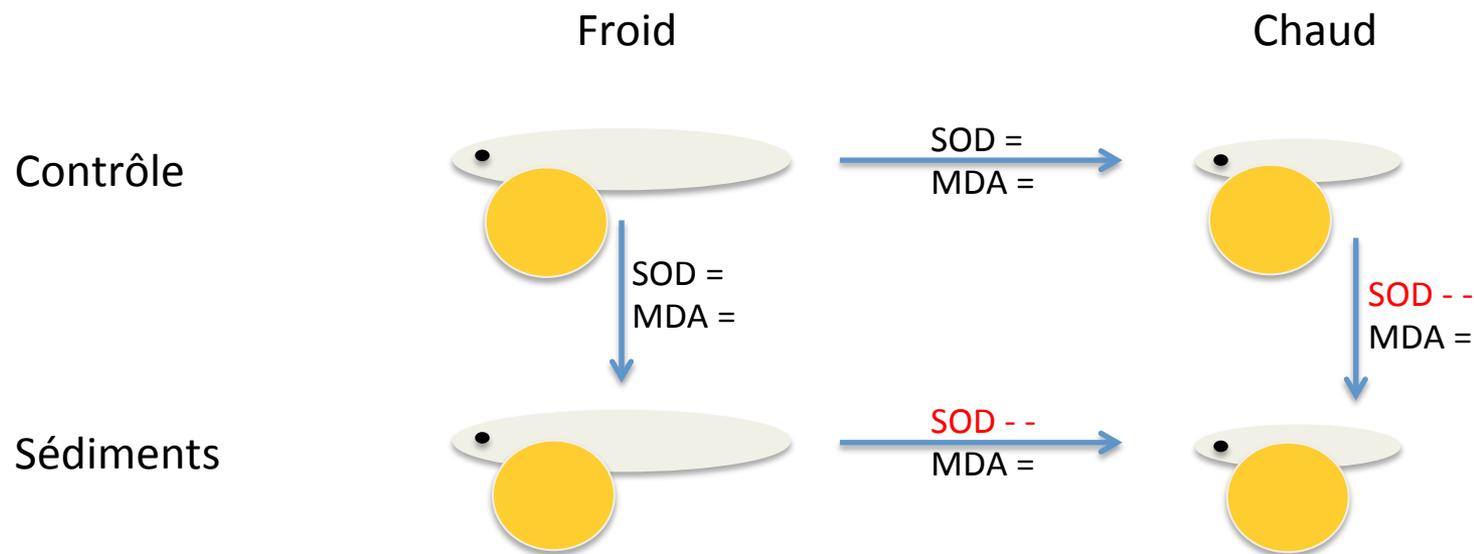
→ Pas de dégâts directs

Figure 9 : Mesures de la peroxydation lipidique pour les deux traitements sédiments et à 5°C et 8,5°C, (n=9),  
a-b :  $p < 0,05$  (Kruskal-Wallis et Dunn test).

- Aucun effet visible sur la balance oxydative
- Mise en place mécanismes de défenses  
→ composition membranes en acides gras saturés (Hulbert et al. 2007)
- Mise en place mécanismes de réparation  
→ élimination phospholipides oxydés + introduction de nouveaux acides gras (Farooqui et al. 2000)



**Hypothèse 2 : Une augmentation de la production des défenses AOx mène à une baisse de la croissance des alevins d'Omble chevalier (*Salvelinus alpinus* L.)**

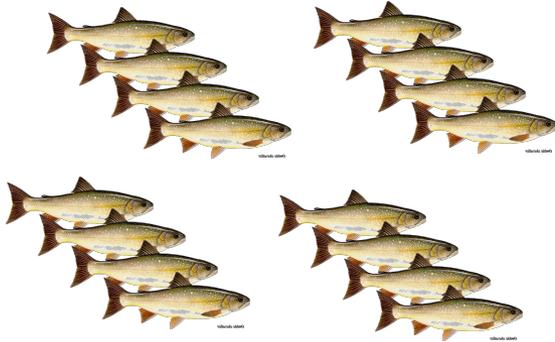


**Energie allouée à :** - d'autres mécanismes de **défenses** (enzymes AOX) et de **réparations** (lipides, protéines, ADN)

Etude de ces mécanismes permettrait d'avoir une **vision plus large** de la complexité de la **balance oxydative** + leur implication **énergétique**

- d'**autres processus** physiologique que la balance oxydative
  - Synthèse de GR + hémoglobine (Randall & Perry, 1992)
  - métabolisme anaérobie ? (Wieser, 1995)

## Différentes populations réagissent de la même manière ?



**4 populations** : lac Pavin, Constance, Léman et Sainte Croix

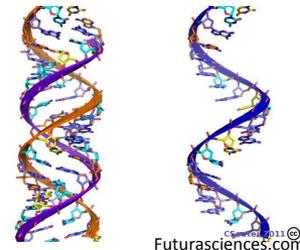
- Température : 5°C (optimale) et 8.5°C (stressante)
- Sédiments : contrôle + 1 traitement

Nb d'échantillon plus important

## Mesures des traits d'histoire de vie + balance oxydative

- Durée d'incubation
- Survie à l'éclosion
- Taille à l'éclosion

+ transcriptomique



# Merci de votre attention



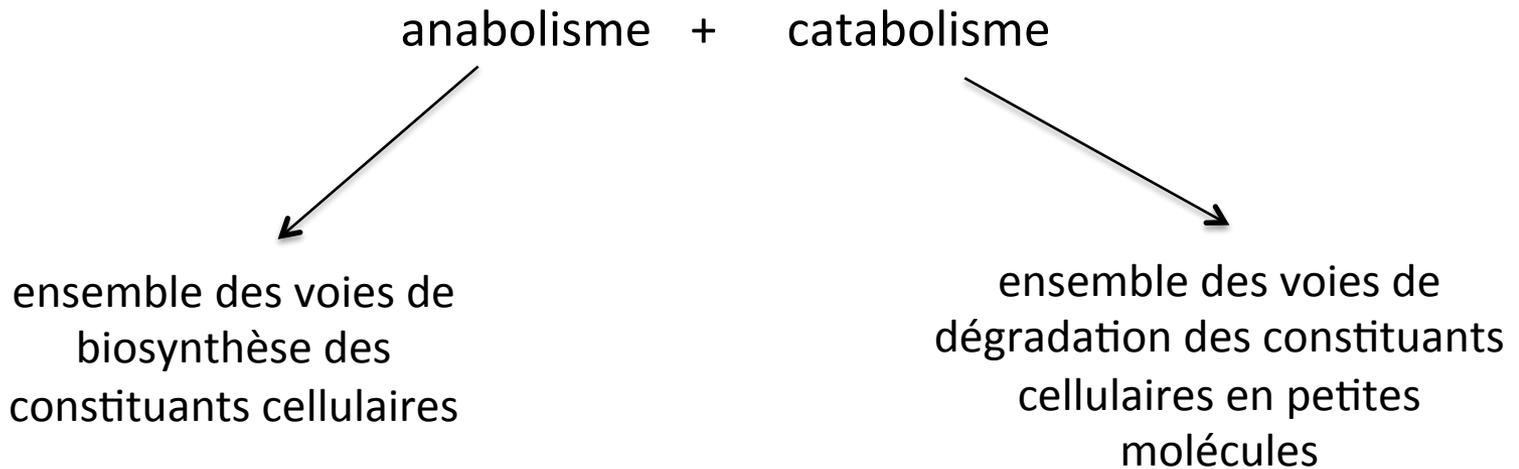
## Références

- Farooqui, Horrocks and Farooqui. 2000. "Glycerophospholipids in brain: their metabolism, incorporation into membranes, functions, and involvement in neurological disorders". *Chemistry and physics of lipids*, 106(1), 1-29.
- Hulbert, Pamplona, Buffenstein and Buttemer. 2007. "Life and Death: Metabolic Rate, Membrane Composition, and Life Span of Animals." *Physiological Reviews*, 87 (4): 1175–1213.
- Lushchak & Bagnyukova. 2006a. "Temperature increase results in oxidative stress in goldfish tissues. 1. Indices of oxidative stress". *Comparative Biochemistry and Physiology Part C: Toxicology & Pharmacology*, 143(1), 30-35.
- Lushchak & Bagnyukova. 2006b. "Temperature increase results in oxidative stress in goldfish tissues. 2. Antioxidant and associated enzymes". *Comparative Biochemistry and Physiology Part C: Toxicology & Pharmacology*, 143(1), 36-41.
- Mari, Garaud, Evanno, & Lasne. 2016. "Higher Temperature Exacerbates the Impact of Sediments on Embryo Performances in a Salmonid." *Biology Letters*, 12 (12): 20160745.
- Randall & Perry. 1992. "Catecholamines". In *Fish Physiology*. Vol. XII B The Cardiovascular System (ed. W. S. Hoar and D. J. Randall), pp. 255-300. Orlando, Academic Press.
- Venditti, Di Stefano & Di Meo. 2013. "Mitochondrial Metabolism of Reactive Oxygen Species." *Mitochondrion*, 13 (2): 71–82.
- Wieser. 1995. "Energetics of fish larvae, the smallest vertebrates". *Acta Physiologica*, 154(3), 279-290.

- Manip cette année
- Schéma + formule ROS
- Protocoles
- Différence ADD + jour normale
- ACP + éclipse
- Autres biomarqueur de défenses + dégâts

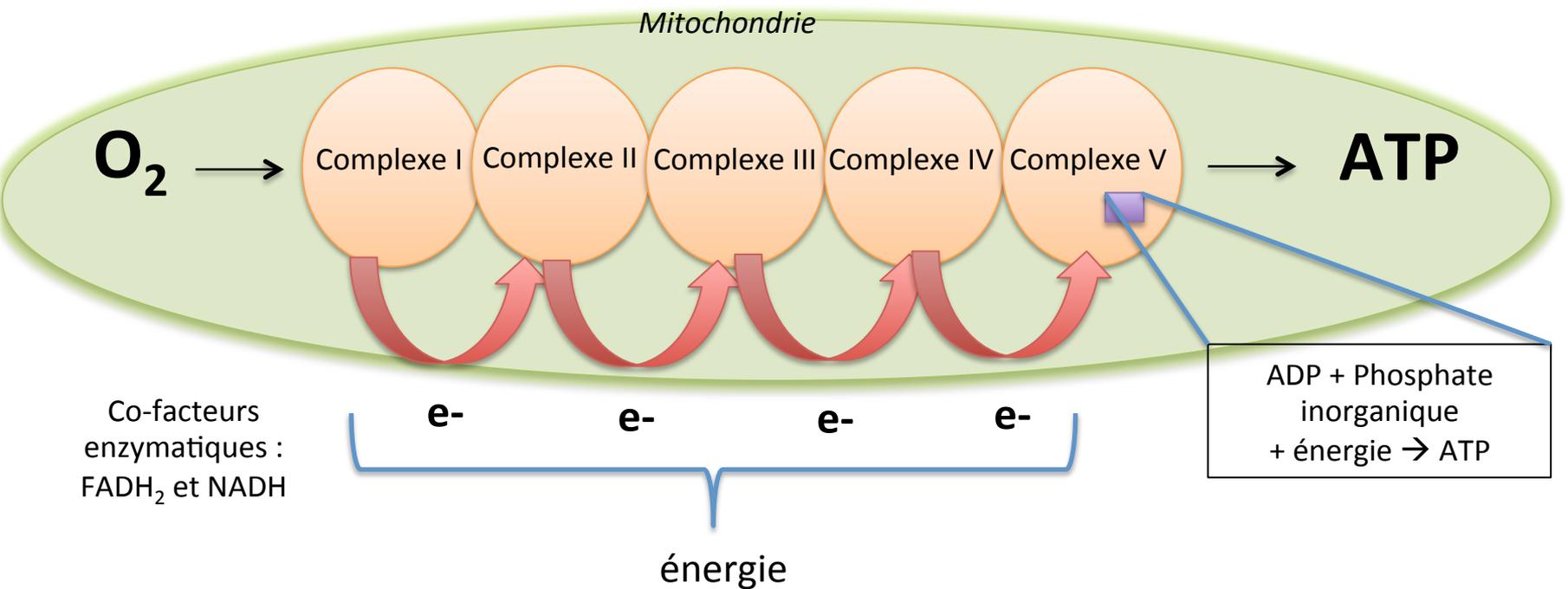
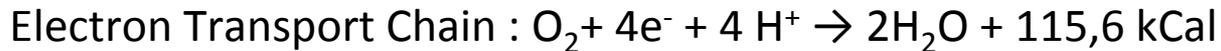
# Métabolisme

ensemble des réactions chimiques se déroulant au sein d'un être vivant pour lui permettre de se maintenir en vie, se reproduire, se développer, ...

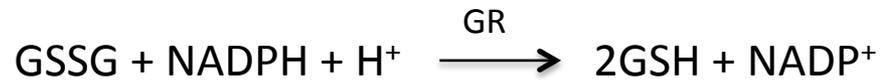


# Phosphorylation oxydative

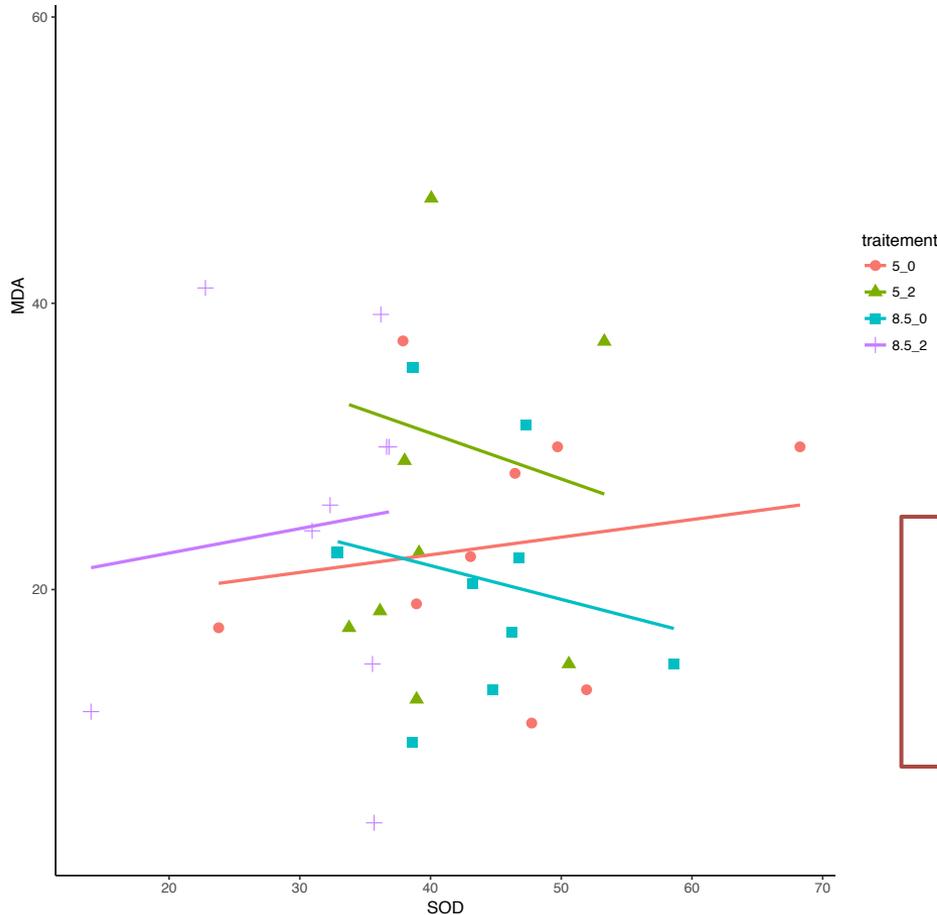
C'est une consommation d'oxygène (respiration mitochondriale) associée à une phosphorylation de l'adénosine diphosphate (ADP) en adénosine triphosphate (ATP)



# Défenses AOx



## Lien entre [MDA] et l'activité de la SOD ?



Aucune corrélation entre [MDA] et l'activité SOD pour tous les traitements

Intervention d'autres enzymes AOx (Venditti, Di Stefano, and Di Meo 2013)

→ Catalase et Glutathion Peroxydase

Figure 10 : Concentration en MDA ( $\mu\text{M}$ ) en fonction de l'activité de la SOD (U/mg de tissus), test Spearman