

Utilisation de l'ADN environnemental pour les inventaires de bivalves d'eau douce

D'après la présentation de Prié V., Valentini A., Dejean T. & Poulet N. : L'analyse de l'ADNe pour les bivalves. Séminaire AFB - L'ADN environnemental : une révolution pour la gestion de la biodiversité aquatique ? 18/10/2017.



Enjeux liés à l'étude des bivalves d'eau douce

- **Connaissance**

56 taxons terminaux (espèces ou sous-espèces), dont 50 indigènes¹

- **Espèces bio-indicatrices**

- **Conservation**

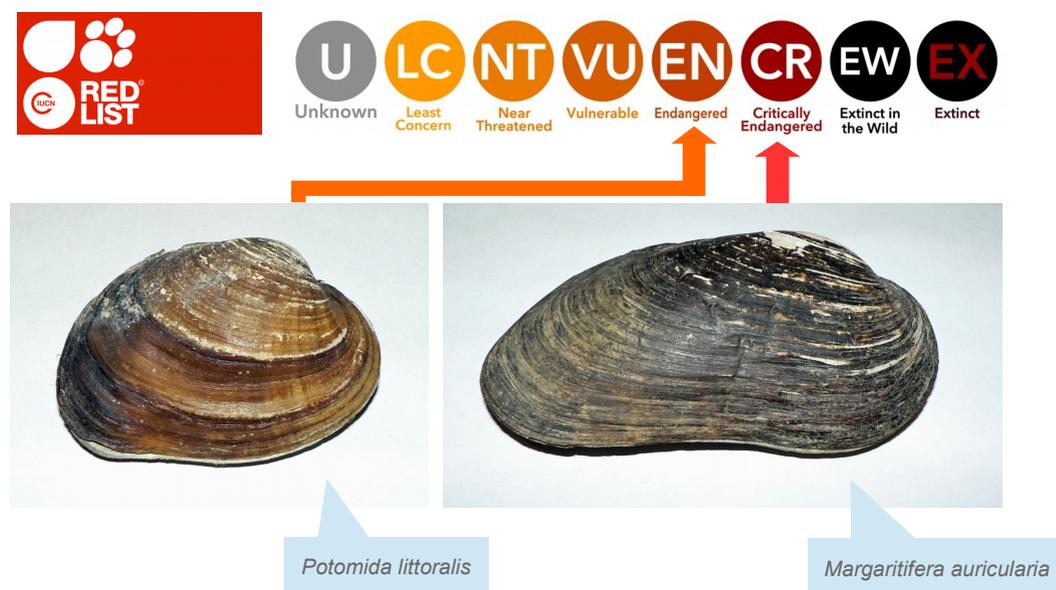
Espèces menacées

Espèces exotiques envahissantes

- **Réglementation**

3 espèces protégées au titre de l'arrêté du 23 avril 2007 (spécimens, sites de reproduction)

2 espèces inscrites à l'annexe II DHFF



Références

¹ Gargominy O., Prié V., Bichain J.-M., Cucherat X. & Fontaine B., 2011. Liste de référence annotée des mollusques continentaux de France. *MalaCo*, 7 : 307-382

Répartition historique et actuelle de la Grande moule (*Margaritifera auricularia*)



Références

Prié, V., Soler, J., Araujo, R., Cucherat, X., Philippe, L., Patry, N., Adam, B., Legrand, N., & Jugé, Philippe & Richard, Nina & M. Wantzen, Karl. (2017). Challenging exploration of troubled waters: a decade of surveys of the giant freshwater pearl mussel *Margaritifera auricularia* in Europe. In *Hydrobiologia*. 10.1007/s10750-017-3456-0.

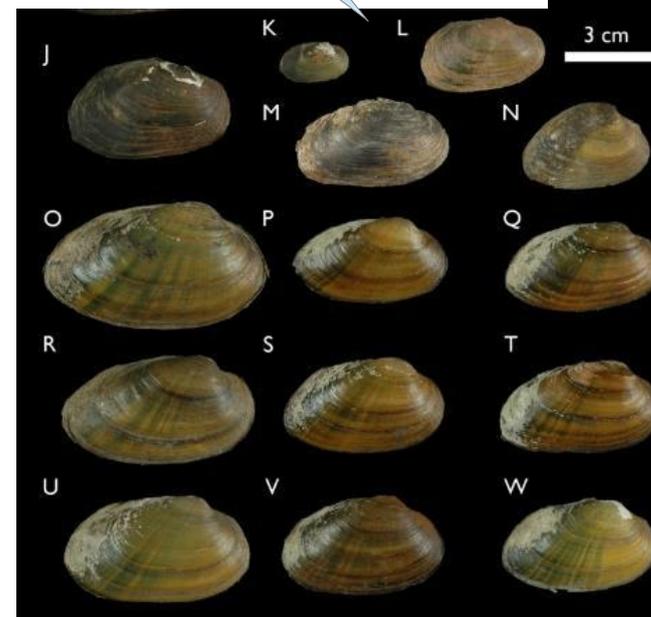
Difficultés d'inventaires

- **Espèces aquatiques**
- **Ecosystèmes de l'aval**
 - Profondeur
 - Turbidité
 - Navigation
- **Espèces rares** (faibles densités)
- **Difficiles à trouver**
 - Petites
 - Cachées (algues, vase, herbiers...)
 - Écologie (individus enterrés)
- **Difficultés de détermination**

Odhneripisidium moitessierianum

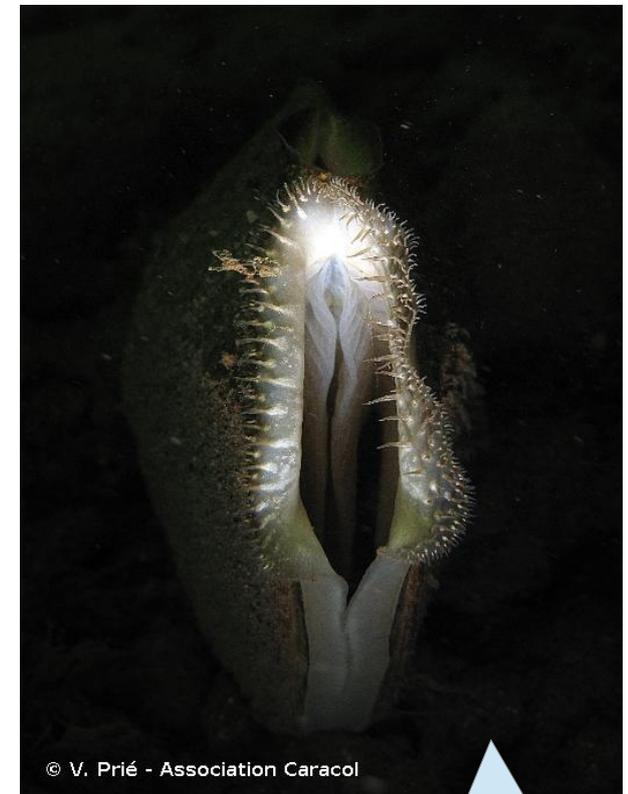
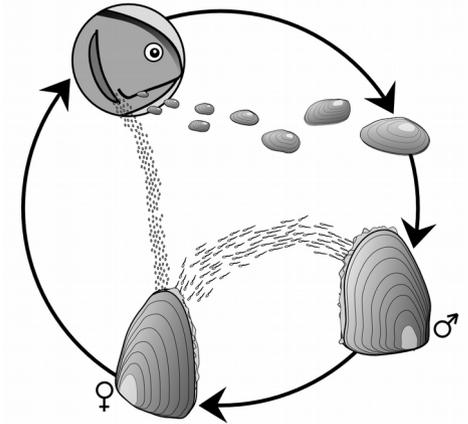


Unio crassus



Utilisation de l'ADN environnemental pour les inventaires de bivalves

- Caractéristiques favorisant la présence d'ADNe dans le milieu
 - Gamètes émises dans l'eau
 - Larves véligères ou glochidies planctoniques
 - Organismes filtreurs : importante surface d'échange (ex : plusieurs m² pour l'Anodonte chinoise)
- Solide base de référence pour l'ADN mitochondrial, avec notamment toutes espèces de naïades, espèces introduites (Moule zébrée, corbicules)



© V. Prié - Association Caracol

Sinanodonta woodiana

Fiabilité de la méthode ADNe

	Charente		Palais		Dronne		Ardèche Aigueze		Orb		Allier		Vignoble		Bruche		Souffel		Saône Pontallier		Saône Maillys		Lez	
	A	B	A	B	A	B	A	B	A	B	A	B	A	B	A	B	A	B	A	B	A	B	A	B
<i>Margaritifera auricularia</i>	1	1																						
<i>Margaritifera margaritifera</i>					1	1					1													
<i>Anodonta anatina</i>	Cq	1	S	1			1	1	1	1					1						1	1		
<i>Anodonta cygnea</i>		1				1				1				1	1						1	1	Cq	
<i>Pseudanodonta complanata</i>	Cq	1																				1		
<i>Sinanodonta woodiana</i>							1	1														1		
<i>Unio crassus crassus</i>											1								1					
<i>Unio crassus courtillieri</i>			1	1																				
<i>Unio mancus</i>	Cq	1	1	1				1			1	1							1	1	1	1		
<i>Unio pictorum</i>	Cq	1												1	1				Cq	1	1	1		
<i>Unio tumidus</i>														1	1				Cq	1	1	1		
<i>Potomida littoralis</i>	1	1	Cq				1	1	1	1	1	1							1	1		1	Cq	
<i>Corbicula fluminea</i>	1	1				1	1	1	1	1		1			1	1			1	1	1	1	1	1
<i>Dreissena polymorpha</i>														1	1				1	1	1	1	1	1
<i>Dreissena r. bugensis</i>															1				1	1	1	1		1

A : Méthodes traditionnelles (incl. plongée hyperbare) ; Cq = coquilles uniquement

B : inventaire ADNe

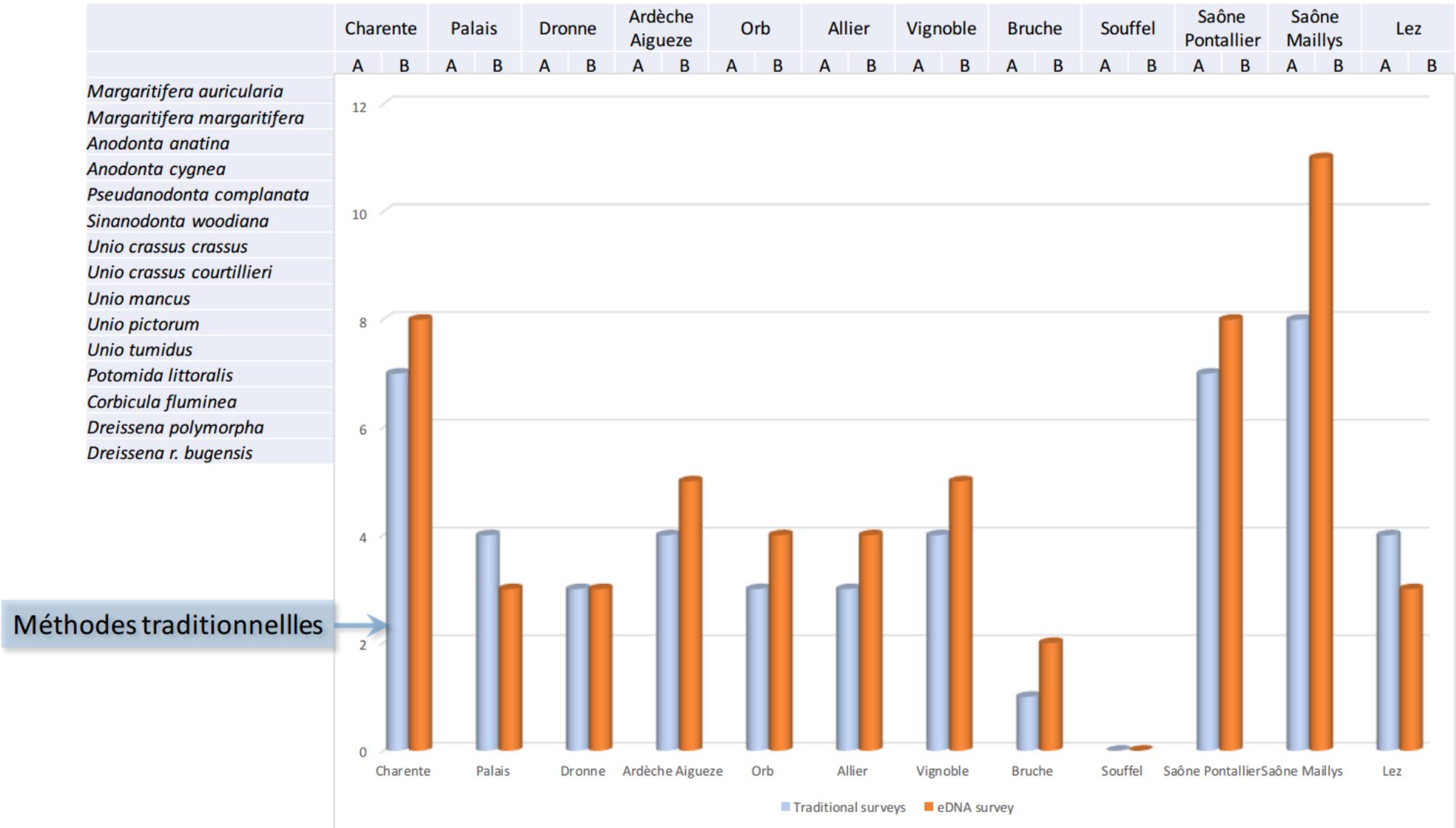


Grandes espèces
uniquement

Références

Prié V., Valentini A., Dejean T., Poulet N. 2017. L'analyse de l'ADNe pour les bivalves. Séminaire AFB - L'ADN environnemental : une révolution pour la gestion de la biodiversité aquatique ? 18/10/2017.

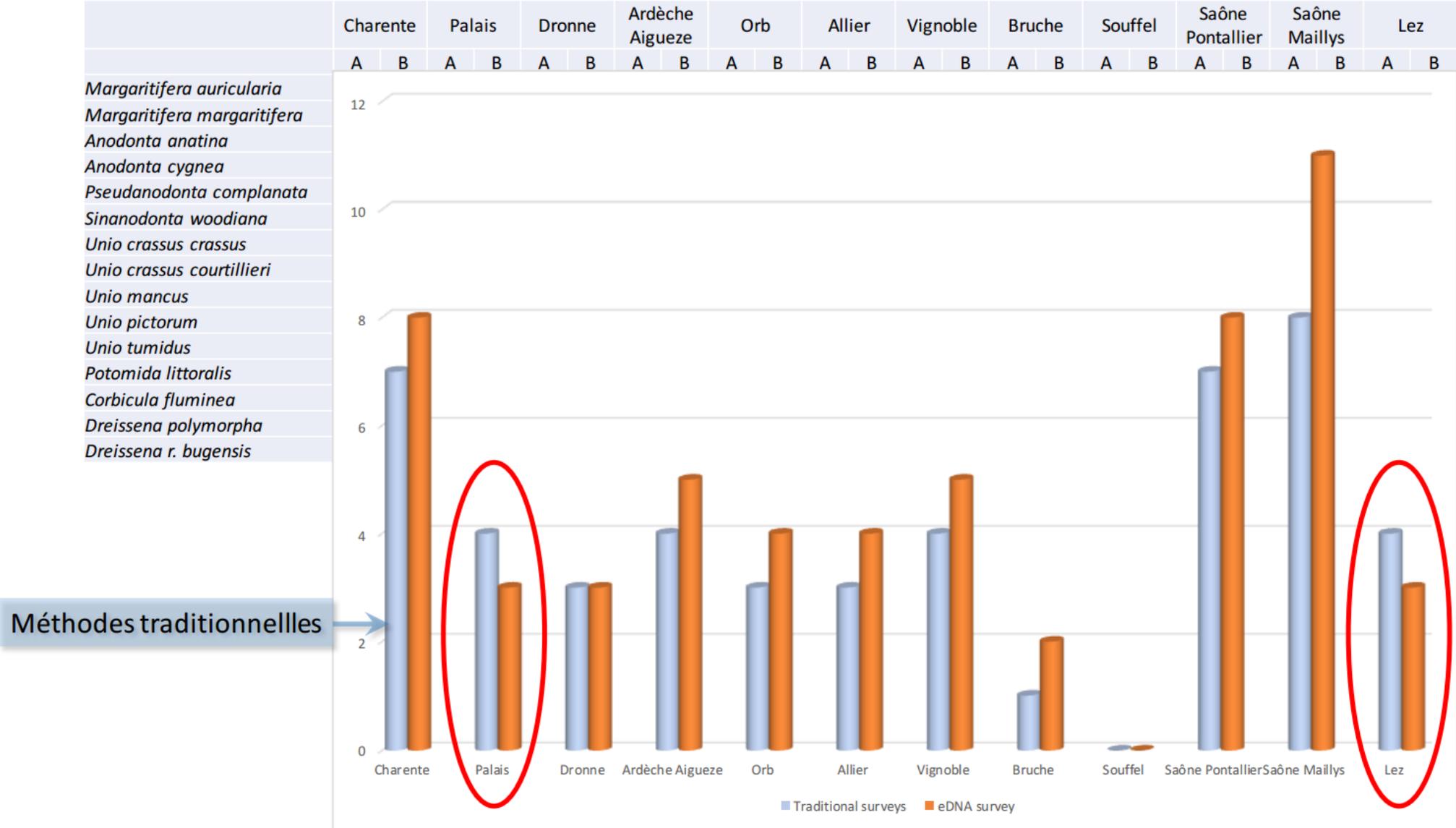
Fiabilité de la méthode ADNe



Références

Prié V., Valentini A., Dejean T., Poulet N. 2017. L'analyse de l'ADNe pour les bivalves. Séminaire AFB - L'ADN environnemental : une révolution pour la gestion de la biodiversité aquatique ? 18/10/2017.

Fiabilité de la méthode ADNe



Méthodes traditionnelles

Références

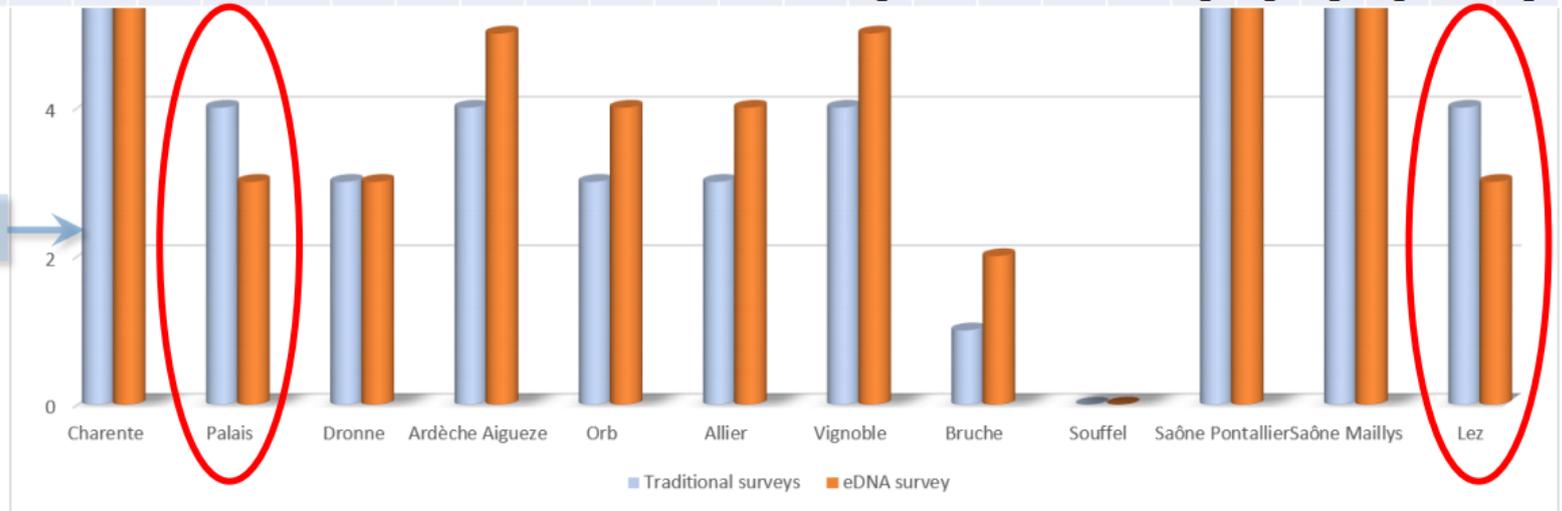
Prié V., Valentini A., Dejean T., Poulet N. 2017. L'analyse de l'ADNe pour les bivalves. Séminaire AFB - L'ADN environnemental : une révolution pour la gestion de la biodiversité aquatique ? 18/10/2017.

Fiabilité de la méthode ADNe

	Charente		Palais		Dronne		Ardèche Aigüeze		Orb		Allier		Vignoble		Bruche		Souffel		Saône Pontallier		Saône Maillys		Lez	
	A	B	A	B	A	B	A	B	A	B	A	B	A	B	A	B	A	B	A	B	A	B	A	B
<i>Margaritifera auricularia</i>	1	1																						
<i>Margaritifera margaritifera</i>					1	1					1													
<i>Anodonta anatina</i>	Cq	1	Cq	1			1	1	1	1					1						1	1		
<i>Anodonta cygnea</i>		1					1				1			1	1						1	1		Cq
<i>Pseudanodonta complanata</i>	Cq	1																				1		
<i>Sinanodonta woodiana</i>							1	1														1		
<i>Unio crassus crassus</i>											1	0								1				
<i>Unio crassus courtillieri</i>			1	1																				
<i>Unio mancus</i>	Cq	1	1	1																1	1	1	1	
<i>Unio pictorum</i>	Cq	1																		Cq	1	1	1	
<i>Unio tumidus</i>														1	1					Cq	1	1	1	
<i>Potomida littoralis</i>	1	1	Cq				1	1	1	1	1	1								1	1		1	Cq
<i>Corbicula fluminea</i>	1	1					1	1	1	1	1				1	1				1	1	1	1	1
<i>Dreissena polymorpha</i>														1	1					1	1	1	1	1
<i>Dreissena r. bugensis</i>														1						1	1	1	1	1

ADNe = argument pour l'absence

Méthodes traditionnelles



Références

Prié V., Valentini A., Dejean T., Poulet N. 2017. L'analyse de l'ADNe pour les bivalves. Séminaire AFB - L'ADN environnemental : une révolution pour la gestion de la biodiversité aquatique ? 18/10/2017.

Fiabilité de la méthode ADNe



Méthodes traditionnelles
Spécimens vivants

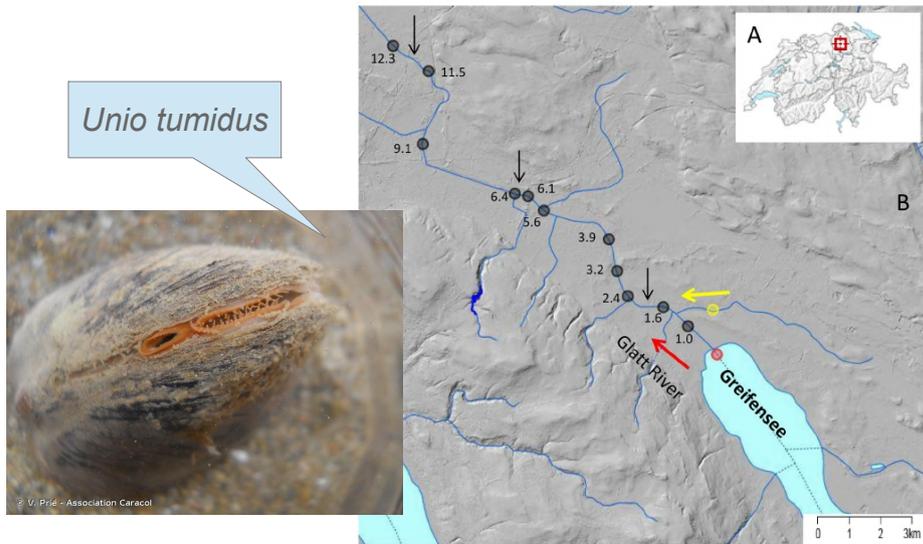
Méthodes traditionnelles = 70 % des résultats ADNe



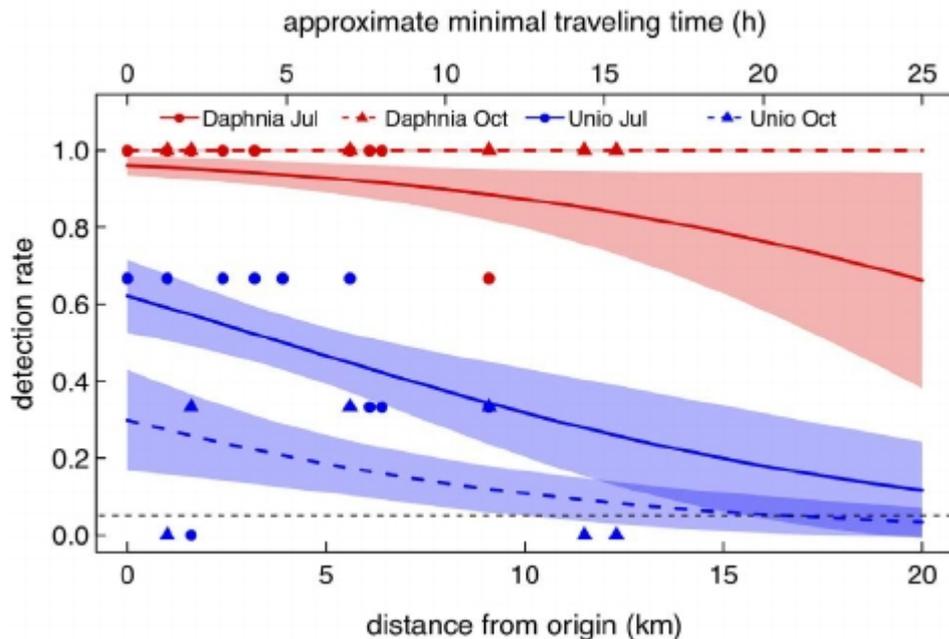
Références

Prié V., Valentini A., Dejean T., Poulet N. 2017. L'analyse de l'ADNe pour les bivalves. Séminaire AFB - L'ADN environnemental : une révolution pour la gestion de la biodiversité aquatique ? 18/10/2017.

Distance de détection de l'ADNe / aux populations Ex : *Unio tumidus*



- Présence avérée dans le lac
- Absence confirmée dans le cours d'eau (espèce de plan d'eau)
- Prélèvement jusqu'à 12,3 km en aval du lac



- Taux de détection décroissant avec la distance et aucune trace d'ADNe retrouvée au-delà de **9,1 km**
- Taux de détection variable en fonction de la période de l'année
- NB : même au niveau de la population, le taux de détection n'est pas de 100 %

→ Possibilité de faux négatifs

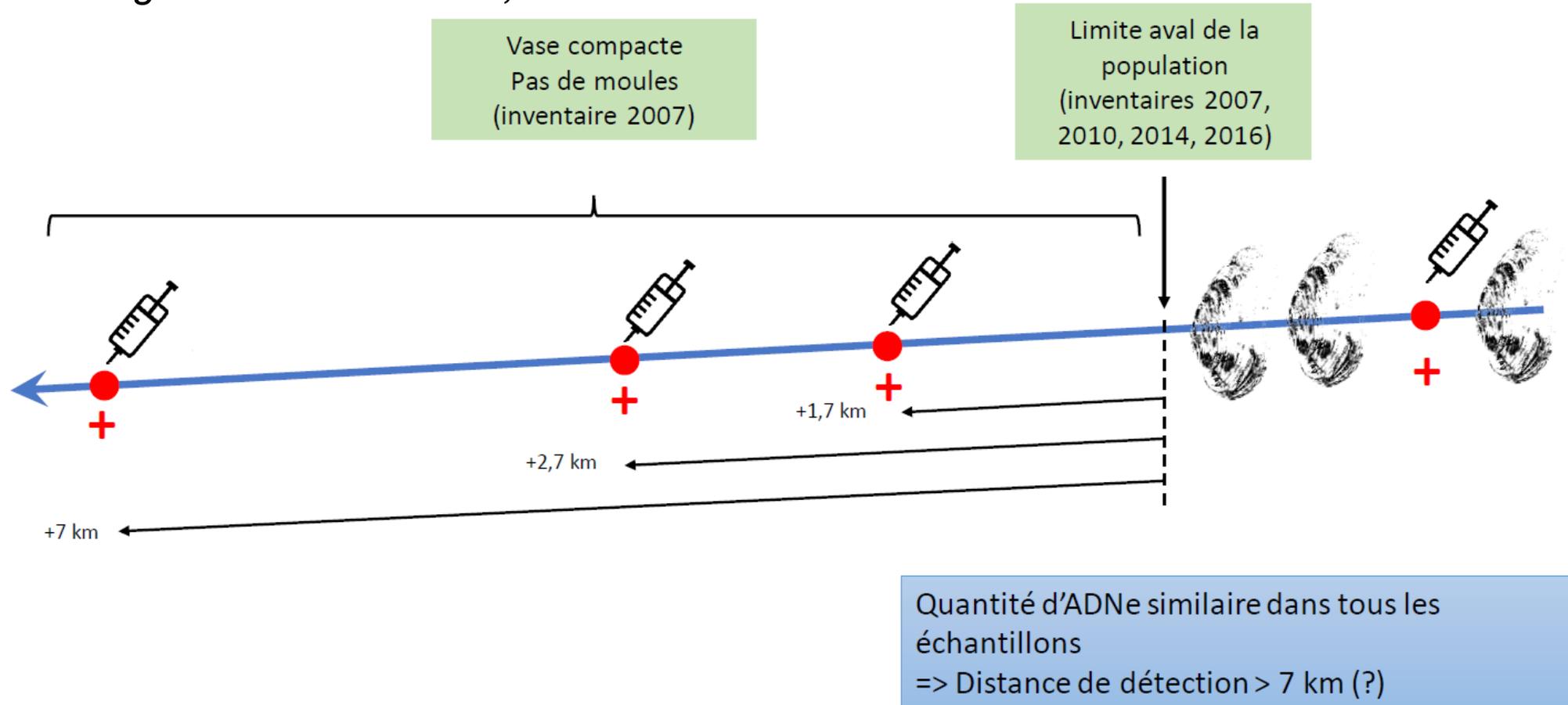
→ Importance de multiplier les réplicats

Références

Deiner, Kristy & Altermatt, Florian. (2014). Transport Distance of Invertebrate Environmental DNA in a Natural River. PloS one. 9. e88786.

Distance de détection de l'ADNe / aux populations

- *Margaritifera auricularia*, Rivière Charente



La distance peut varier en fonction du temps, courant, période, crues, turbidité de l'eau...

Références

Prié V., Valentini A., Dejean T., Poulet N. 2017. L'analyse de l'ADNe pour les bivalves. Séminaire AFB - L'ADN environnemental : une révolution pour la gestion de la biodiversité aquatique ? 18/10/2017.

Utilisation de l'ADN dans l'aide à la détermination

- Découverte de spécimens de pisidies (Sphaeriidae) d'espèce indéterminée dans la Saône en 1989
- Hypothèse : hybride de *Euglesa supina* et *E. casertana* forma *ponderosa* (caractéristiques de ces 2 espèces indigènes)
- 2015 : prélèvement de spécimens dans la Saône, Rhône, Doubs
- Analyses génétiques → identification de l'espèce *E. compressa*, originaire d'Amérique du Nord, et considérée comme invasive

Euglesa compressa



1 mm



1 mm



0.5 mm

Références

Mouthon J. & Forcellini M., 2017. Genetic evidence of the presence in France of the North American species *Euglesa compressa* Prime, 1852 (Bivalvia, Sphaeriidae) (pp 225–231)

Suivi de la répartition et de la progression d'espèces exotiques envahissantes

- Étude réalisée sur la Moule quagga (*Dreissena rostriformis bugensis*) : identification par ADN et observations directes
- Aire de répartition
- Hypothèses de progression



Dreissena rostriformis



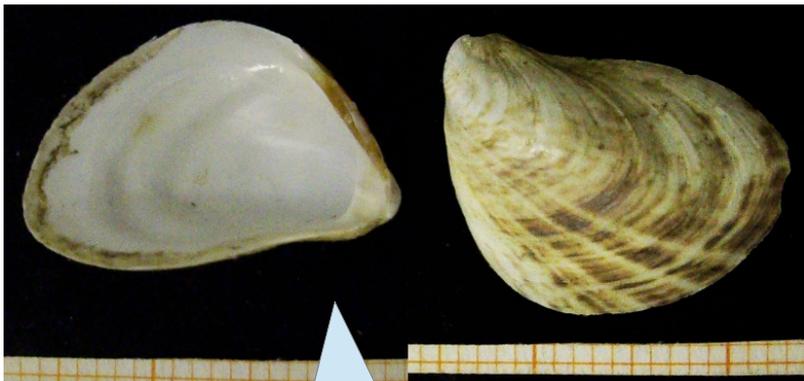
- Données de présence 2011-2014
- Données de présence 2015
- Données d'absence 2015-2017

Références

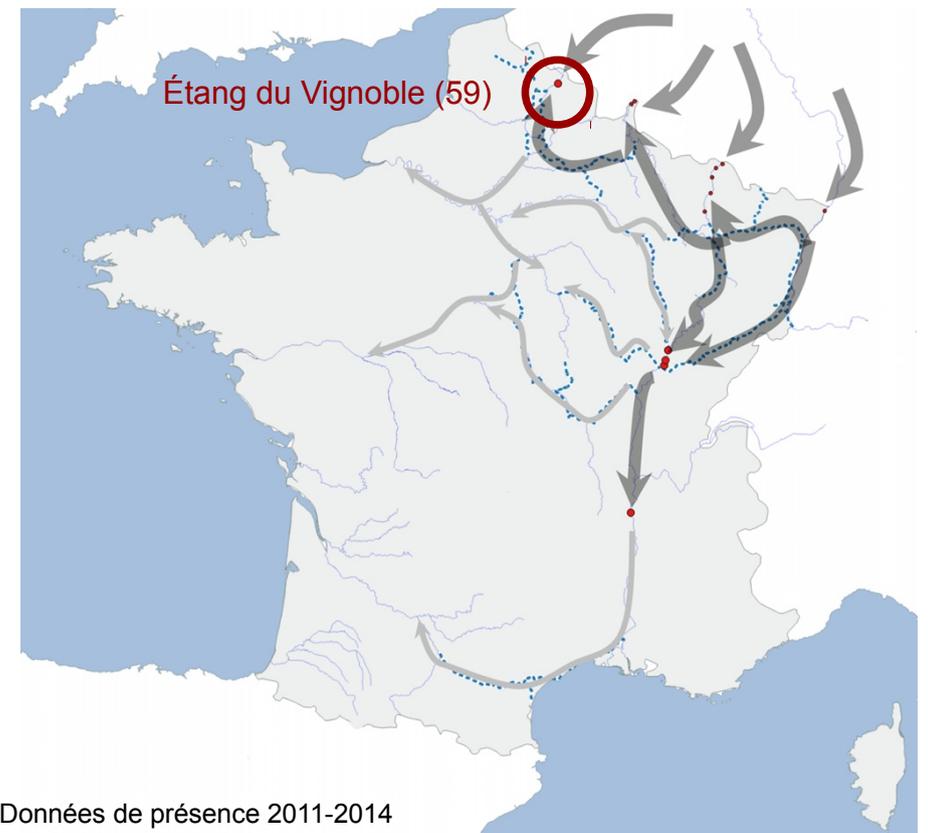
Prié V, Fruget J-F. 2017. Heading south: new records of the invasive quagga mussel *Dreissena rostriformis bugensis* (Andrusov, 1897) in France and further perspectives. *Knowl. Manag. Aquat. Ecosyst.*, 418, 37.

Suivi de la répartition et de la progression d'espèces exotiques envahissantes

- Étude réalisée sur la Moule quagga (*Dreissena rostriformis bugensis*) : identification par ADNe et observations directes
- Aire de répartition
- Hypothèses de progression



Dreissena rostriformis



- Données de présence 2011-2014
- Données de présence 2015
- Données d'absence 2015-2017

Références

Prié V, Fruget J-F. 2017. Heading south: new records of the invasive quagga mussel *Dreissena rostriformis bugensis* (Andrusov, 1897) in France and further perspectives. *Knowl. Manag. Aquat. Ecosyst.*, 418, 37.

Comparaison approche ADNe / inventaires classiques

	Inventaires classiques	ADNe
Impact sur les espèces	Risque de dégradation de l'habitat et dommages aux spécimens	Aucune perturbation de l'habitat et des individus
Coût et investissement humain	Besoin de personnes qualifiées, effort de prospection important, coûteux notamment dans zones profondes et turbides	Besoin de personnes qualifiées en laboratoire Économies en temps et dépenses
Fiabilité de la méthode	Risque important de faux négatifs (pas de détection des populations) Aucun risque de faux positif	Risques de contamination des échantillons Risques de faux positifs et faux négatifs
Standardisation	Non standardisés	Protocoles pouvant être facilement standardisés et reproduits
Information apportée	Données sur habitat, site, répartition, taille, structure et tendances des populations	Données de présence / absence uniquement

Références

Stoeckle, Bernhard & Kuehn, Ralph & Geist, Juergen. (2015). Environmental DNA as a monitoring tool for the endangered freshwater pearl mussel (*Margaritifera margaritifera* L.): A substitute for classical monitoring approaches?. *Aquatic Conservation: Marine and Freshwater Ecosystems*. 26. n/a-n/a. 10.1002/aqc.2611. 2

Comparaison approche ADNe / Inventaires classiques

	Inventaires classiques	ADNe
Impact sur les espèces	Risque de dégradation de l'habitat et dommages aux spécimens	Aucune perturbation de l'habitat et des individus
Coût et investissement humain	Besoin de personnel, effort de prospection coûteux notamment pour les zones profondes et turbides	Personnes qualifiées, Taux de détection estimé à 30 %
Fiabilité de la méthode	Risque important de faux négatifs (pas de détection des populations) Aucun risque de faux positif	Risques de faux positifs et faux négatifs
Standardisation	Non standardisés	Standardisés
Information apportée	Données sur habitat, site, répartition, taille, structure et tendances des populations	Données de présence / absence uniquement

Ex : Piétinement de spécimens enfouis...
Reste mesuré

Ex : prospections Grande mulette dans l'Arros, 2017.
Taux de détection estimé à 30 %

Taux de détection variable
Semble fonctionner moins bien en hiver

Coquilles peuvent relâcher de l'ADN

En fonction des protocoles d'inventaires / suivis

Quantité d'ADN non corrélée avec la taille des populations

Références

Stoeckle, Bernhard & Kuehn, Ralph & Geist, Juergen. (2015). Environmental DNA as a monitoring tool for the endangered freshwater pearl mussel (*Margaritifera margaritifera* L.): A substitute for classical monitoring approaches?. *Aquatic Conservation: Marine and Freshwater Ecosystems*. 26. n/a-n/a. 10.1002/aqc.2611. 2

Conclusion

L'ADNe ne permet pas de remplacer les techniques classiques d'inventaires et de suivi des populations de mollusques bivalves d'eau douce mais les méthodes sont complémentaires.

ADNEe :

- Aide à la détection / détermination d'espèces
- Identification de nouvelles populations
- Précision des limites amont de répartition des espèces sur les cours d'eau
- Suivi de l'évolution de l'aire de répartition des espèces (EEE)
- Monitoring de populations (vérification de présence / attestation de disparition)
- Pré-localisation d'inventaires liés aux études réglementaires



Merci pour votre attention