

# Réseau des gestionnaires d'ouvrages « Portes ouvertes aux anguilles »

## Le franchissement des ouvrages estuariens par l'anguille

Nantes, 14 sept 2015

Le TB ANG est cofinancé par  
l'Union Européenne. L'Europe  
s'engage sur le bassin de la  
Loire avec le FEDER »



# Comportement de migration des anguilles



# Comportement de colonisation



## **Civelles ± transparentes**

## **Civelles pigmentées**

## **Petite anguille jaune**

Activité si  $T > 6^{\circ}\text{C}$

Activité si  $T > 6^{\circ}\text{C}$

Activité si  $T > 12^{\circ}\text{C}$

Récemment arrivées  
(-de 6 semaines hivernales)  
à jeun

Prise alimentaire régulière

Prise alimentaire  
régulière

Nage portée en pleine eau (si  
synchro avec marée). Capacités  
limitées pour nage à contre  
courant ou escalade même en  
vertical

Idem mais avec capacité physique  
de + en + significative et  
comportement de + en +  
benthique

Idem, mais pas  
d'escalade verticale à  
partir de 9-10 cm

# Migration estuarienne



- Période moyenne d'arrivée des civelles (Loire) : janvier - mars
- Forte variabilité interannuelle du recrutement estuarien en fonction :
  - De l'état de l'espèce européenne
  - Des conditions océaniques de migration des larves
  - Du débit et de la qualité d'eau au moment de l'arrivée des civelles
- Civelles en migration portée par le flot, en pleine eau
- une partie peut progresser légèrement plus vite que la masse d'eau
- Escalade précoce possible si la température de l'air  $> 11^{\circ}\text{C}$

# Migration estuarienne



- Diversité des parcours de vie des anguilles :
  - Diffusion des densités vers les habitats disponibles (vers l'amont ou l'aval)
  - Colonisation du bassin versant (nage active vers l'amont)
  - Vie complète en eau salée
  - Retours en milieu salé au stade anguille jaune
  - ...
- En fonction des conditions rencontrées, d'un déterminisme individuel (génétique ?), de la compétition intraspécifique, ...

# Passage en eau douce



- Pigmentation des civelles, reprise de l'alimentation (3 à 7 semaines après l'arrivée en estuaire)
- Vie près du fond (benthique)
- Nage contre le courant, en fonction de leur condition physique : 0,30 m/s, sprint court 0,60 m/s
- Progression plus facile le long des rives moins exposées au courant, formation de « cordons de civelles » pour plus d'efficacité (plus rares actuellement)
- Migration possible si le courant d'attrait dépasse 6 à 9°C, reptation sur les rampes à anguilles à partir de 11 à 15°C





# Impact des ouvrages estuariens

# Pourquoi s'intéresser aux ouvrages soumis à la marée ?



- Zone intertidale : forte productivité biologique
- Nombreux ouvrages dans la zone d'actions prioritaire du plan de gestion anguille
- Ouvrages conçus pour bloquer l'intrusion du flot salé dans les territoires amont
- Ferment l'accès à un linéaire important de cours d'eau pouvant offrir des habitats de qualité
  - pour l'anguille,
  - mais aussi de nombreux alevins d'espèces estuariennes ou côtières (sprat, anchois, lieu, sardine, tacaud...)



# Impact des ouvrages estuariens



- Très forte densité des ouvrages dans les systèmes estuariens
  - Fort degré de fermeture
  - Ex : accumulation des civelles en pied d'ouvrage
  - Pêche, braconnage, prédation, retards à la migration



# Impact des ouvrages estuariens

- Modification des processus estuariens
  - Blocage et décalage des mouvements de masses d'eau
    - Fonctionnement sédimentaire
    - Morphologie
    - Physico-chimie de l'eau
  - Blocage des migrations



# Les ouvrages existaient avant la raréfaction de l'anguille

## Avant

- Gestion régulière
- Étanchéité imparfaite
- Intérêt de la ressource anguille, plus abondante
- Meilleure tolérance au risque d'inondation

## Maintenant

- Ouvrages modernisés
- Meilleure étanchéité
- Civelles moins abondantes
- Risque d'inondation augmenté (surfaces habitées)
- Nouveaux usages





# Objectifs pour la libre circulation piscicole

- Rétablir la connectivité hydraulique aval/amont



- Fixer un volume d'eau salée acceptable
- Favoriser une admission d'eau limitée mais continue pendant la saison hivernale
- Gestion adaptée = atténuation des impacts (pas restauration du fonctionnement estuarien)

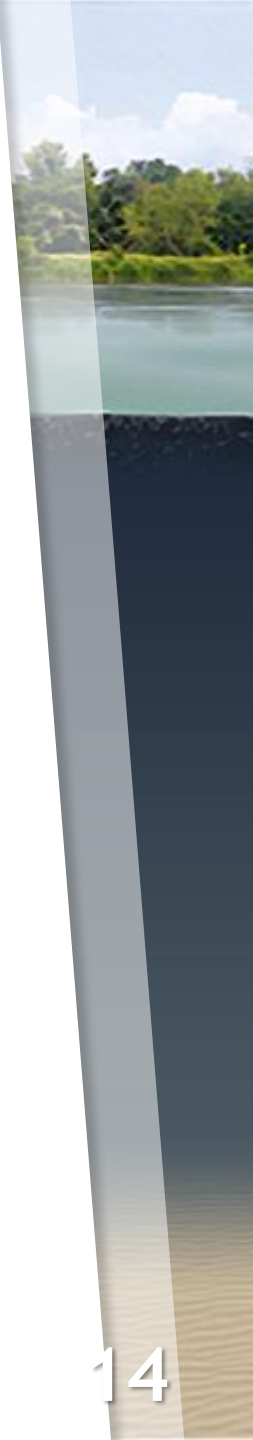
# Importance des échanges d'expériences

- Connaissance très imprécise de ce parc d'ouvrages
  - Référentiel scientifique et technique mince
- Mutualiser les approches et les connaissances disponibles

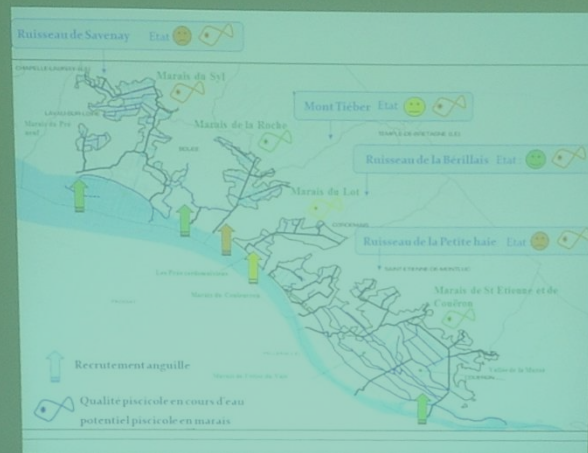


# Au niveau national : GIS GRISAM

- **Bilan des connaissances** sur la thématique
- **Synthèse des études et essais** en France :  
Couesnon, Vilaine, Marais de Loire, Marais breton vendéen, Sèvre niortaise, Marais charentais, Seudre, Gironde, Bassin d'Arcachon, Lagunes méditerranéennes (Vaccarès),...
- **Diversité des ouvrages** et des contextes
- **Cohérence des observations**
- **Tests des solutions techniques** (avantages / inconvénients)







# Organisation de la concertation

# Organisation et concertation

- Entamer la concertation dès le démarrage du projet (état des lieux)
  - Constitution d'un **comité de pilotage** (suivi et orientation du projet)
    - Propriétaire, gestionnaires, maître d'ouvrage
    - Services de l'Etat (DDTM, Police de l'eau), ONEMA, DREAL
    - Partenaires financiers (Agences de l'Eau, Collectivités publiques...)
    - Associations d'usagers, de riverains, environnementales, fédérations de pêche de loisir, représentants du SAGE
    - Collectivités porteuses de contrats d'entretien et de restauration de cours d'eau
- Enjeu : représentation des acteurs sans alourdir la réflexion et la mise en œuvre



# Organisation et concertation

- Constitution d'un **comité technique** (collecte de l'information sur l'ouvrage et son contexte, ses usages, les exigences écologiques et réglementaires)







# Contexte de l'ouvrage

# Contexte de l'ouvrage

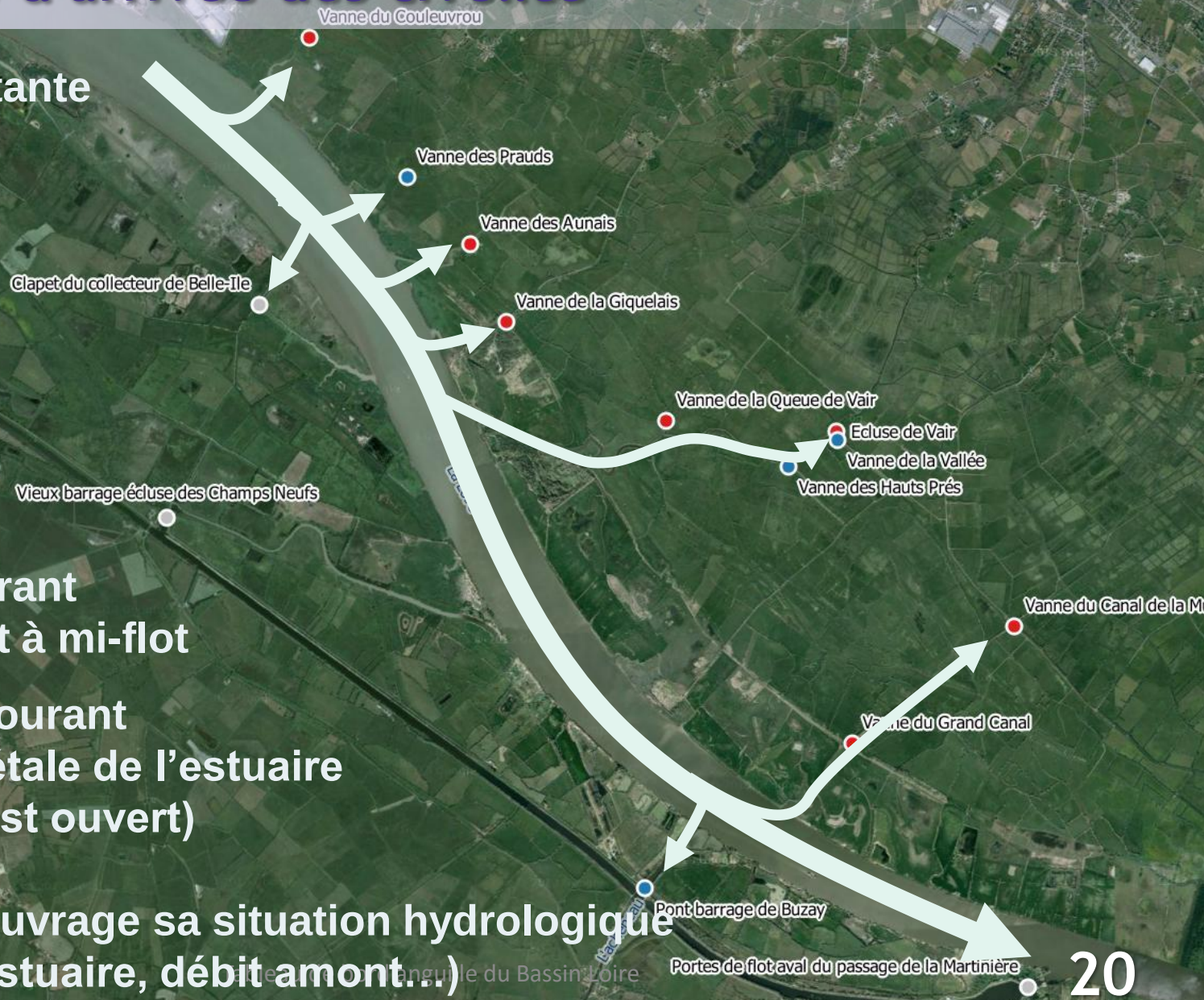
- Contexte réglementaire
    - Statut de l'ouvrage, propriétaire
    - Classement du cours d'eau
    - Existence d'un SAGE
  - Contexte écologique
    - Situation de l'ouvrage sur l'estuaire : cotes marines, variations de salinité et des concentrations en matière en suspension (MES)
    - Hydrologie du bassin versant (cotes fluviales, débit drainé par l'ouvrage,...)
    - Ecosystèmes et paysages du bassin versant
    - Etat des masses d'eau (qualité physico-chimique, biologique,...)
    - Obstacles à la migration référencés sur le bassin versant
- Envisager une **étude de l'hydrologie du bassin et de sa gestion**
- Enjeu : identifier la situation actuelle et son évolution historique





# Cinétique d'arrivée des civelles

Marée montante



Estuaire : courant  
plus important à mi-flot

Tributaires : courant  
maximum à l'étale de l'estuaire  
(si l'ouvrage est ouvert)

→ A chaque ouvrage sa situation hydrologique  
(distance à l'estuaire, débit amont...)



# Contexte de l'ouvrage

- Usages et contraintes liées à l'ouvrage

|                                    | Données spatiales                                                                                                                                                                                                      | Données qualitatives                                                                                                                                                                                                                            |
|------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Ouvrage</b>                     | - Zone d'influence de l'ouvrage                                                                                                                                                                                        | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Type de gestion : Règlement d'eau, cotes, débits</li> <li>- Type et gabarit</li> <li>- Nombre de vannes</li> <li>- Présence de vantelles, de passes</li> <li>- Niveau de vétusté</li> </ul>            |
| <b>Usages</b>                      | - Occupation du sol                                                                                                                                                                                                    | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Calendrier des besoins en fonctions des usages</li> <li>- Règlement d'eau : usages reconnus dans la gestion de l'ouvrage</li> <li>- Contraintes en termes de niveaux, de MES ou de salinité</li> </ul> |
| <b>Marais</b>                      | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Configuration du marais (chevelu), surface en eau</li> <li>- Zones inondables (PPRI ? pour les zones habitées)</li> <li>- Type de marais (salé, saumâtre, doux...)</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Données d'événements antérieurs (crues, inondations antérieures)</li> <li>- Caractères défavorables (assecs, pollutions...)</li> </ul>                                                                 |
| <b>Bassin versant, cours d'eau</b> | - Réseau hydrologique                                                                                                                                                                                                  | - Apports amont, Débit drainé au droit de l'ouvrage                                                                                                                                                                                             |

# Contexte de l'ouvrage

- Espèces à prendre en compte pour la restauration de la CE
- Impact sur les espèces : ex impact sur la migration des poissons migrateurs en fonction de leur écologie et de la gestion saisonnière
- Impact sur les sédiments

|                                | Montaison | Dévalaison | J | F | M | A | M | J | J | A | S | O | N | D |
|--------------------------------|-----------|------------|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Saumon atlantique              |           |            |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
| Truite de mer                  |           |            |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
| Anguille (civelle)             |           |            |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
| Anguille (jaune puis argentée) |           |            |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
| Grande alose                   |           |            |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
| Alose feinte                   |           |            |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
| Lamproies                      |           |            |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
| Eperlan d'Europe               |           |            |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
| Mulet porc                     |           |            |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
| Flet                           |           |            |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |



## Contraintes et opportunités



# Contraintes et opportunités

- Contraintes liées à l'ouvrage
  - A partir de sa description technique et du contexte hydrologique  
Ex : possibilité de gestion fine, d'automatisation, de modifications de l'ouvrage (aménagement de dispositifs de franchissement passifs)
- Niveaux d'eau admissibles dans le bassin amont et périodes d'admission d'eau
  - Connaître les cotes d'inondation (protection des biens et des personnes)
  - Etablir un calendrier des usages et des niveaux d'eau
  - Connaissance de la pêche civellière
- Opportunités d'aménagement ?
  - Création d'un dispositif de franchissement lors de la rénovation d'un ouvrage (demande des financeurs, réglementation)
- Opportunités foncières ?
  - Reprise de la propriété ou de la gestion de l'ouvrage par une collectivité ou un syndicat de marais ?





# Choix du scénario de restauration

# Choix du scénario de restauration

- **L'effacement** ou l'arasement : meilleure efficacité pour la restauration de la continuité écologique et le moindre coût
  - Prise en charge maximale par les financeurs institutionnels
  - Pas de coûts d'entretien, de gestion ou de suivi d'un dispositifs de franchissement
  - Solution à privilégier pour les ouvrages sans usage maintenu
- Alternatives : ouverture permanente, gestion adaptée, ouverture partielle (vantelle) en continu...
- Solution *a minima* : Manœuvres ponctuelles régulières, passe à poissons

|   |                         | Coûts | Démarches | Main d'œuvres | Espèces ciblées | Difficulté de franchissement |
|---|-------------------------|-------|-----------|---------------|-----------------|------------------------------|
| 1 | Effacement              | 3     | 3         | 1             | Toutes          | 0                            |
| 2 | Arasement partiel       | 1     | 1         | 2             | Toutes          | 1                            |
| 3 | Dispositifs - Vantelles | 2     | 3         | 1             | Toutes*         | 2                            |
| 4 | passifs - Cales         | 1     | 1         | 1             | Toutes*         | 2                            |
| 5 | Manœuvres               | 0     | 1         | 3             | Toutes*         | 2                            |
| 6 | Passes spécifiques      | 3     | 2         | 3             | Anguille        | 3                            |

\* Ces dispositifs sont sélectifs en fonction de l'importance de leur ouverture



# L'arasement de l'ouvrage



- Intégration dans un projet de territoire (ré-estuarisation)
- Surtout en Europe du Nord
- En France, sites du Conservatoire du Littoral



# Ouvertures limitées mais permanentes



Cales permanentes  
(ex Gironde)

© Migado



Retardateurs  
de fermeture  
de clapets  
(ex Médoc)

© Migado



Vantelles, fentes  
verticales (ex Loire)

# Entrées d'eau ponctuelles

- De nuit, lors de coefficients montants (pics de migration)
- Bonne efficacité instantanée si accumulation de civelles (incertitude forte)
- Nécessité d'un débit d'attrait
- Coût humain mais possibilités d'automatisation
- Volume entrant important
- Contraintes et risques techniques significatifs





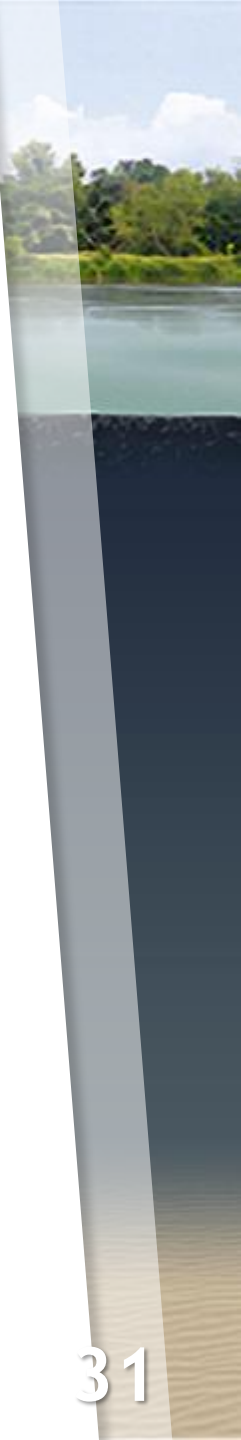
# Dispositifs de franchissement (passes)

- Efficacité limitée, mono-spécifique, pas de transit des sédiments
- Franchissement plus tardif, si débit d'attrait printanier
- En complément des manœuvres hivernales
- Importance de la surveillance et de l'entretien
- Précision du dimensionnement et du réglage des débits



# Elements à développer pour chaque scénario

- Mise en œuvre détaillée
- Enjeux locaux et environnementaux
  - piscicoles : quelles espèces / stades pris en compte ?
  - qualité de l'eau : Circulation des sédiments, eutrophisation...
  - usages : Quels usages modifiés (calendrier) ?
  - fonctionnement hydromorphologique
  - écosystèmes du bassin versant
- Modalités de gestion (ouvrage et bassin amont)
- Besoins d'entretien
- Modalités financières (étude, mise en œuvre, gestion, entretien)
- Modalités administratives

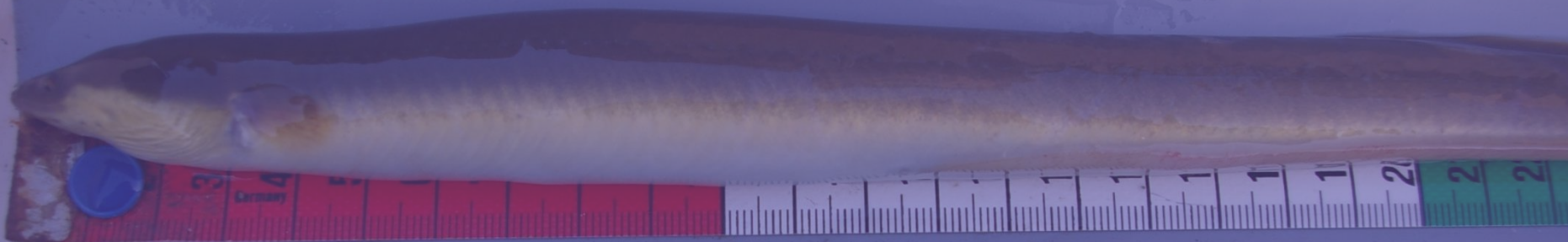


# Comparaison des solutions techniques

- Comparaison des scénarii (notation multicritères)
  - Efficacité (1 : Pas de transparence / 5 Toutes les espèces sont prises en compte, montaison + dévalaison)
  - Atteinte des objectifs réglementaires
  - Gain écologique
  - Incidence sur les usages
  - Coûts (dont entretien à moyen terme)
  - Financements mobilisables
  - Importance des démarches administratives
- Inclure le scénario « aucune action » à la comparaison

| Objectifs réglementaires                                          | Efficacité de la solution sur la libre circulation |              | Gains écologiques / DCE | Incidence sur les usages | Coûts       |         |           | Financements | Démarches | Bilan / rang |
|-------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------|--------------|-------------------------|--------------------------|-------------|---------|-----------|--------------|-----------|--------------|
|                                                                   | Piscicole                                          | Sédimentaire |                         |                          | Aménagement | Gestion | Entretien |              |           |              |
| Scénario 1: Effacement de l'ouvrage                               |                                                    |              |                         |                          |             |         |           |              |           |              |
| 5                                                                 | 5                                                  | 5            | 5                       | 1                        | 1           | 5       | 5         | 5            | 1         | 381          |
| Scénario 2: Installation d'un dispositif passif de franchissement |                                                    |              |                         |                          |             |         |           |              |           |              |
| 3                                                                 | 2                                                  | 1            | 3                       | 5                        | 1           | 5       | 3         | 3            | 3         | 293          |
| Scénario 3: Mise en place de manœuvre                             |                                                    |              |                         |                          |             |         |           |              |           |              |
| 3                                                                 | 3                                                  | 3            | 1                       | 5                        | 5           | 1       | 5         | 1            | 5         | 322          |





Mise en œuvre et évaluation

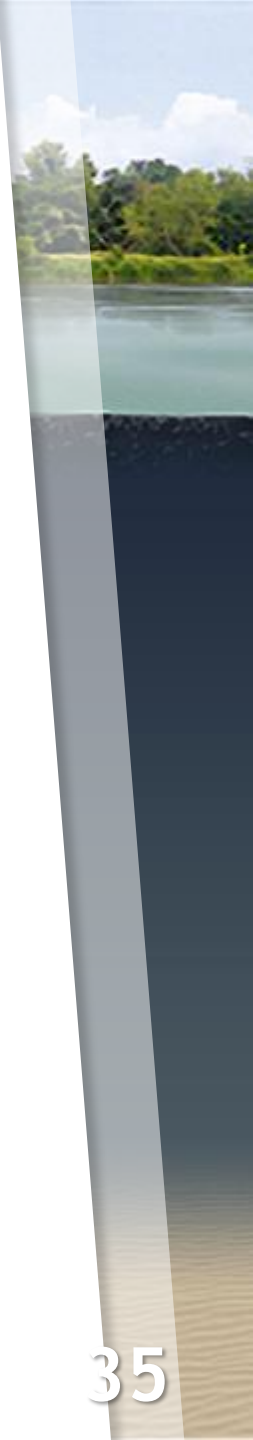
# Planification

- Etude poussée de la solution retenue
  - Caractéristiques techniques et dimensionnement
  - Calendrier et règles de gestion
  - Coût prévisionnel
  - Modalités de suivi de l'efficacité, du fonctionnement et de l'entretien
  - Anticipation des impacts sur les usages, le fonctionnement hydrologique et les écosystèmes
- Période d'expérimentation
- Elaboration d'un règlement d'eau



# Suivi-évaluation

- Indicateurs de suivi « directs »
  - Surface ou linéaire accessibles
  - Franchissement de l'ouvrage
    - Réduction des retards de franchissement
    - Suppression des accumulations en pied d'ouvrage
- Indicateurs « indirects »
  - Calendrier d'ouverture de l'ouvrage
  - Restauration de la population d'anguilles du bassin
  - Suivi de passes en amont
  - Transport des sédiments
  - Suivi de la salinité





# Suivi-évaluation



Suivis par piégeage en marais salé (ex Marais breton)

Echantillonnage des densités de civelles en aval et amont d'un ouvrage manœuvré (ex Loire)



Suivis par piégeage (ex verveux, marais de Seudre)



Echantillonnage des civelles sur le bassin amont (ex « flotang », marais de Seudre)



Suivis par pêche électrique sur le bassin amont (ex Loire)



# Conclusions

- Pas de solution « Clé en main »
- « *Plus on fait rentrer d'eau entre l'inversion du courant et la pleine mer, plus on fait rentrer de civelles* ».
- Définir les « besoins » des territoires amont
- Définir les contraintes en terme de risques de débordement, de salinité, de MES
- Caractéristiques générales des solutions techniques :
  - Entrée d'eau au moment de l'inversion
  - Maximiser le volume,
  - Dispositifs facilement gérables, réversibles et contrôlables
- Gestion du bief amont :
  - Optimiser la gestion du bief amont pour maximiser l'admission d'eau notamment par abaissement partiel du niveau (entrée d'eau plus précoce),
- Réflexions globales quant aux autres solutions pour les autres stades de développement de l'anguille (passe brosse) et les ouvrages amont
- Réflexions et éléments de connaissance nécessaires pour les autres espèces.



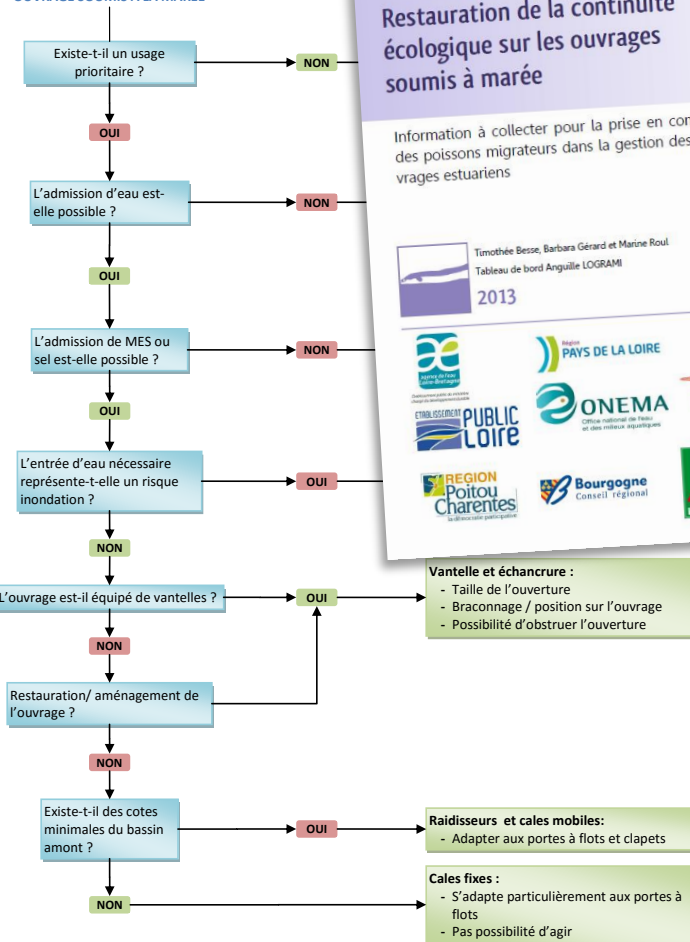
## Outils et guides



# Guide pour la restauration de la C

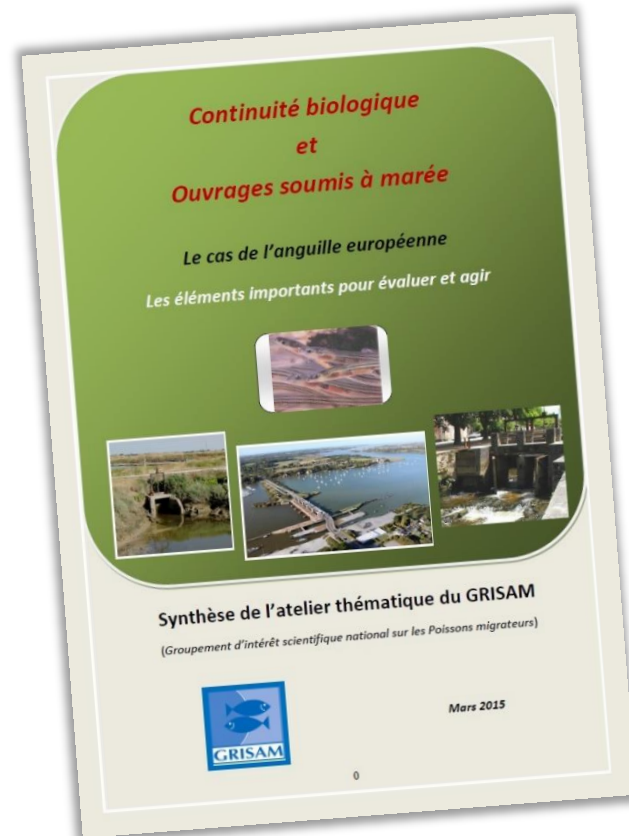
- LOGRAMI 2013
- Éléments à inclure dans l'étude
- Outils d'aide à la décision
  - Calendrier type des usages et des espèces en migration
  - Arbre de choix de la solution technique en fonction des contraintes de l'ouvrage
  - Support de compromis maintien des usages / franchissement de l'ouvrage

## OUVRAGE SOUMIS A LA MAREE



# Synthèse de l'atelier GRISAM

- Christian Rigaud, IRSTEA 2015
  - Synthèse des expérimentations en France
  - Avancée des connaissances
- Caractéristiques des ouvrages soumis à marée
- Modalités techniques pour améliorer la transparence d'un ouvrage
- Organisation du diagnostic de l'ouvrage et évaluation des solutions de gestion



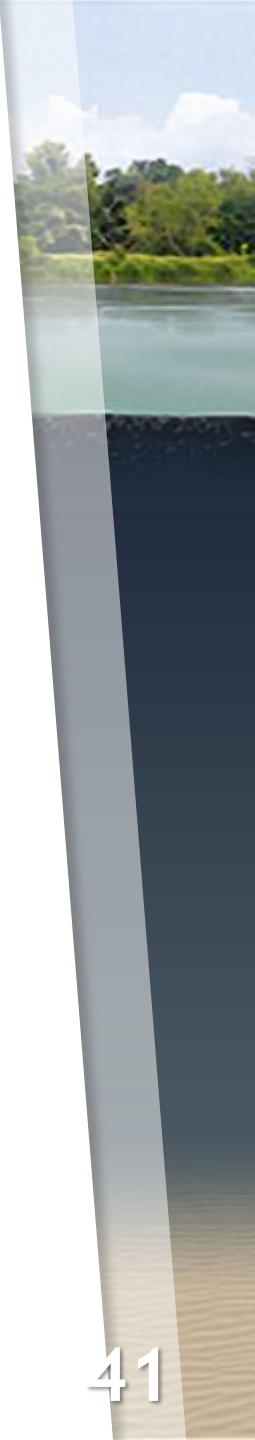
# Guide pour la restauration de la CE

## Documents téléchargeables sur [www.migrateurs-loire.fr](http://www.migrateurs-loire.fr)

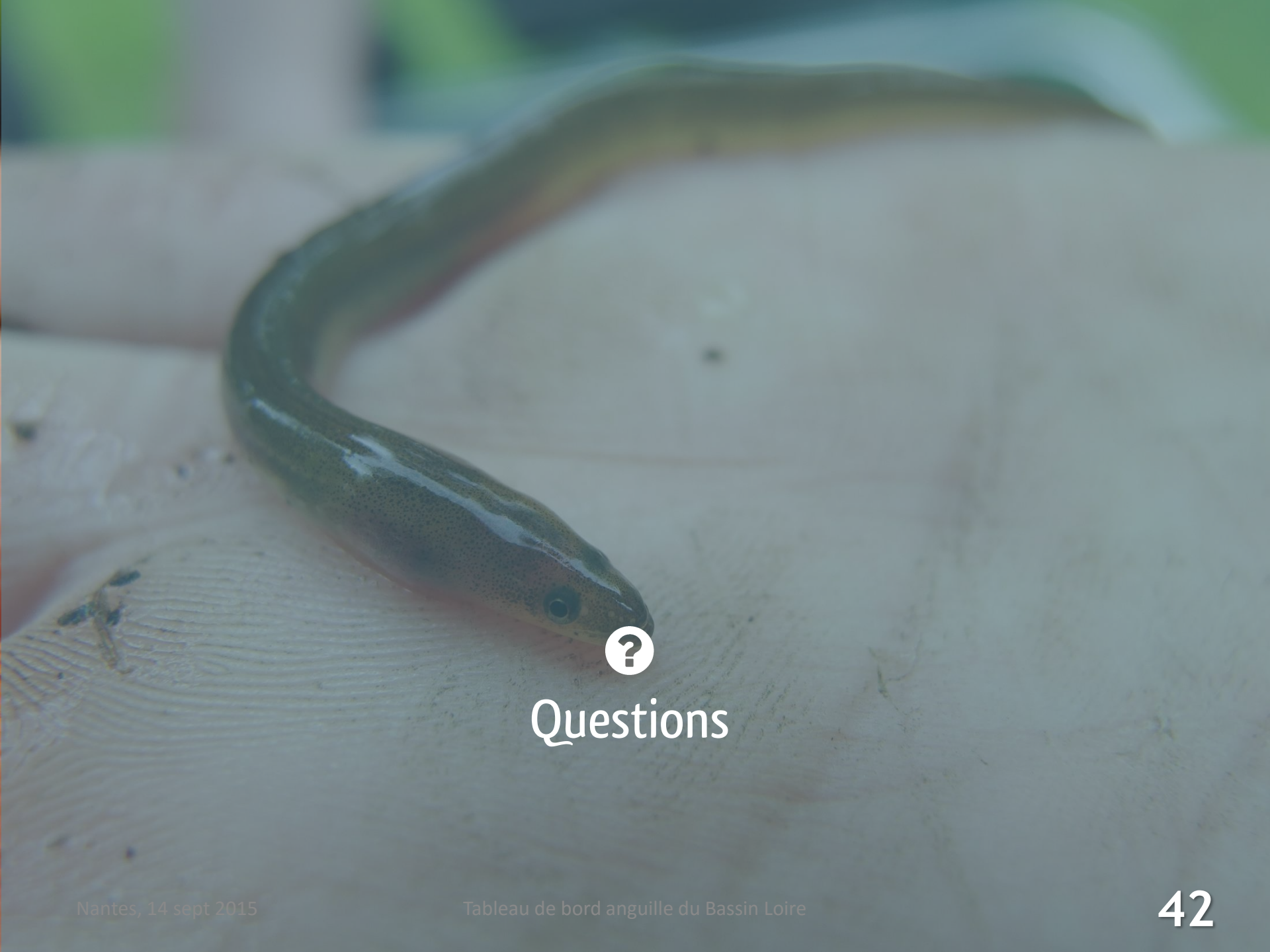
- La gestion des ouvrages côtiers :  
<http://www.migrateurs-loire.fr/?211-la-gestion-des-ouvrages-cotiers>
- Suivi des projets sur le Bassin Loire
- [Recrutement estuarien : Les manœuvres d'ouvrages](#)
- [Gestion hivernale des 1ers ouvrages à la mer pour le franchissement des anguilles](#)
- [Phase de colonisation et ses liens avec la gestion ou l'aménagement des ouvrages hydrauliques](#)
- [Amélioration de la transparence des ouvrages à la mer charentais](#)
- [Evaluation du franchissement des ouvrages à la mer](#)

## Pour aller plus loin

- BARAN et BASILICO 2012. Quelles solutions pour optimiser la conception et la gestion des ouvrages ? Séminaire du programme R&D Anguilles – Ouvrages, ONEMA
- ONEMA, La restauration des cours d'eau : retour d'expériences sur l'hydromorphologie.
- Cellule migrateurs, janvier 2012. Expériences de restauration de la libre circulation des poissons migrateurs sur le bassin Charente.







Questions