

# Analyse coûts-bénéfices des stratégies d'adaptation aux changements climatiques au lac Saint-Pierre



Jie He, Jérôme Dupras, Thomas Poder



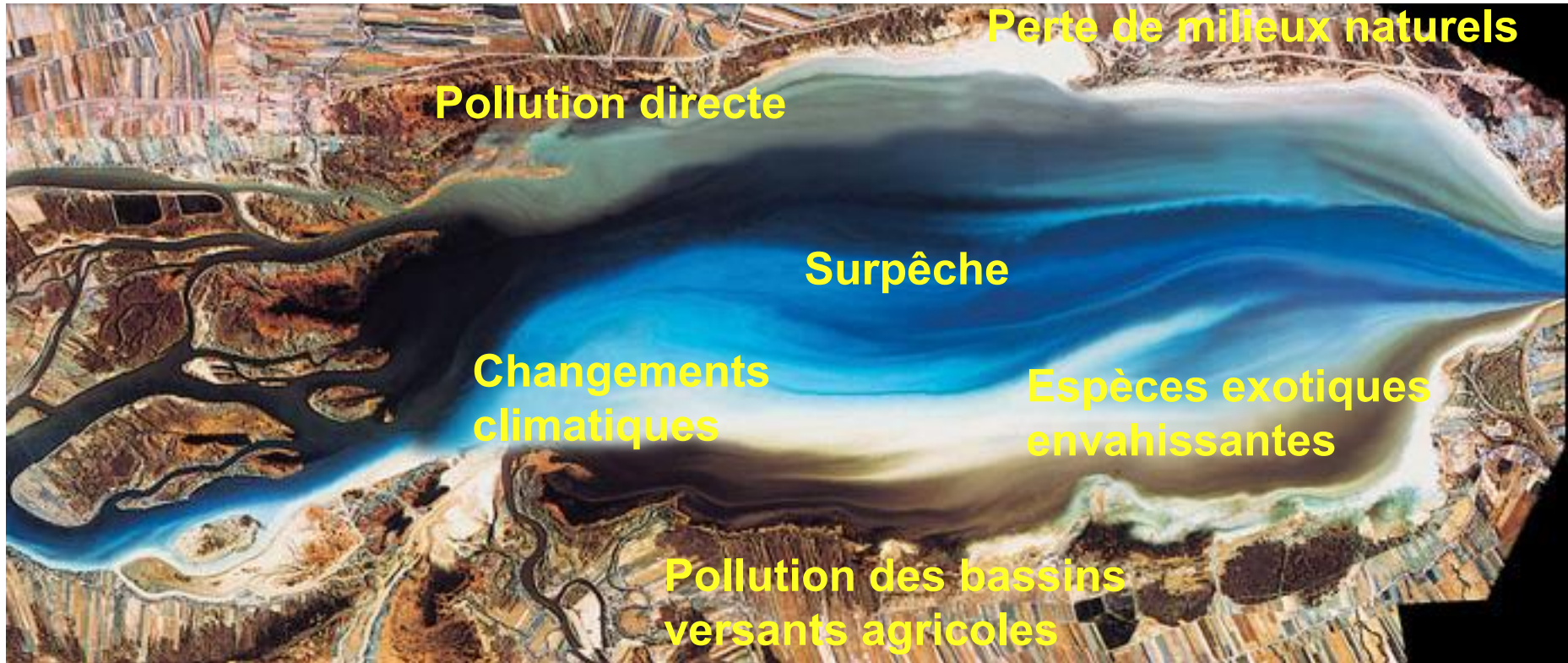
Ressources naturelles  
Canada



UNIVERSITÉ DE  
SHERBROOKE



# Un écosystème sous haute pression



# Les retombées économiques associées aux services écosystémiques

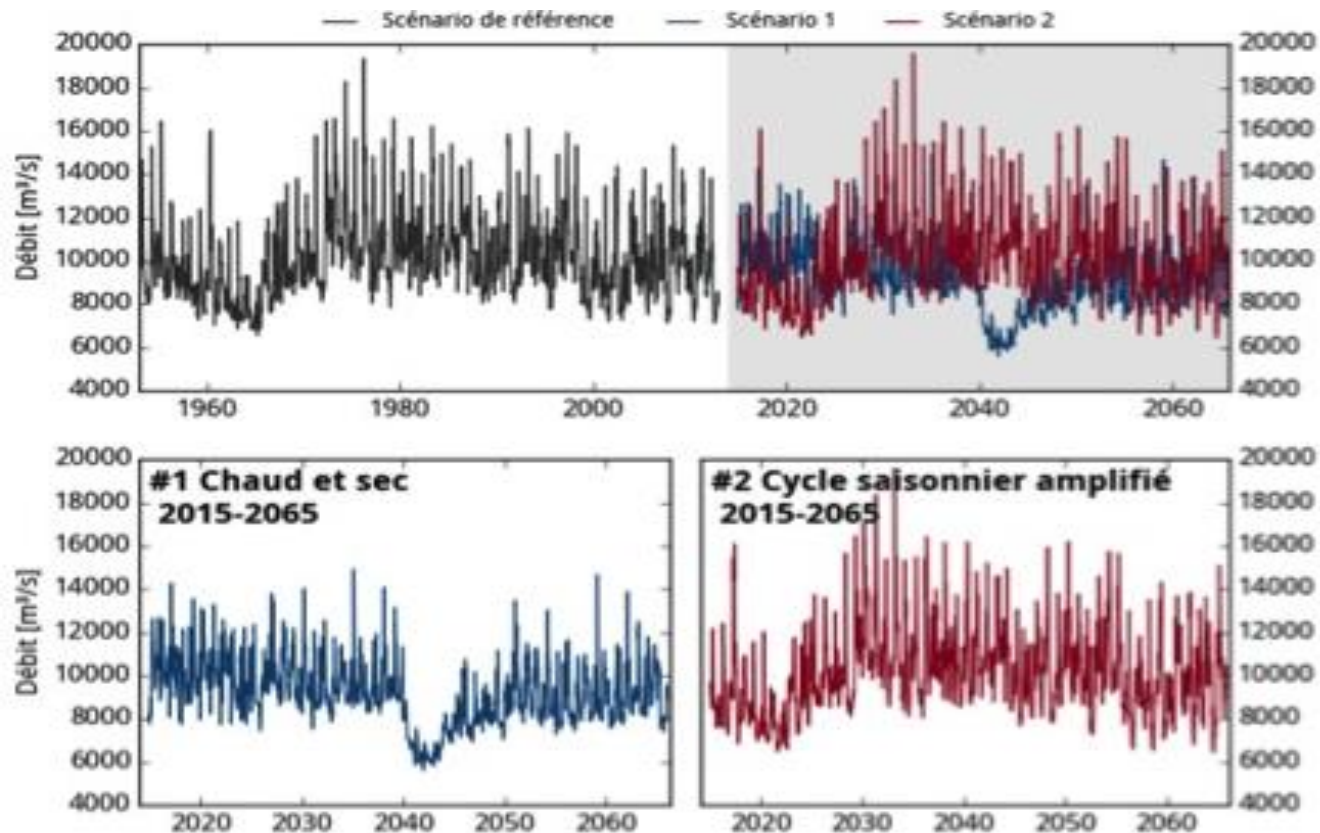
---

<b>Activités</b>	<b>Retombées annuelles au lac Saint-Pierre</b>
Tourisme	603 000 000 \$
Chasse	6 000 000 \$
Observation des oiseaux	19 000 000 \$
Pêche sportive en eau libre	1 313 041 \$
Pêche sportive blanche	931 920 \$
Pêche commerciale	269 915 \$
<b>Total</b>	<b>630 514 876 \$</b>

---

Source : MDDEFP (2013), Groupe conseil Genivar inc. (2005), BCDM Conseil Inc. (2005a), BCDM Conseil Inc. (2005b) et Collard et al. (2010)

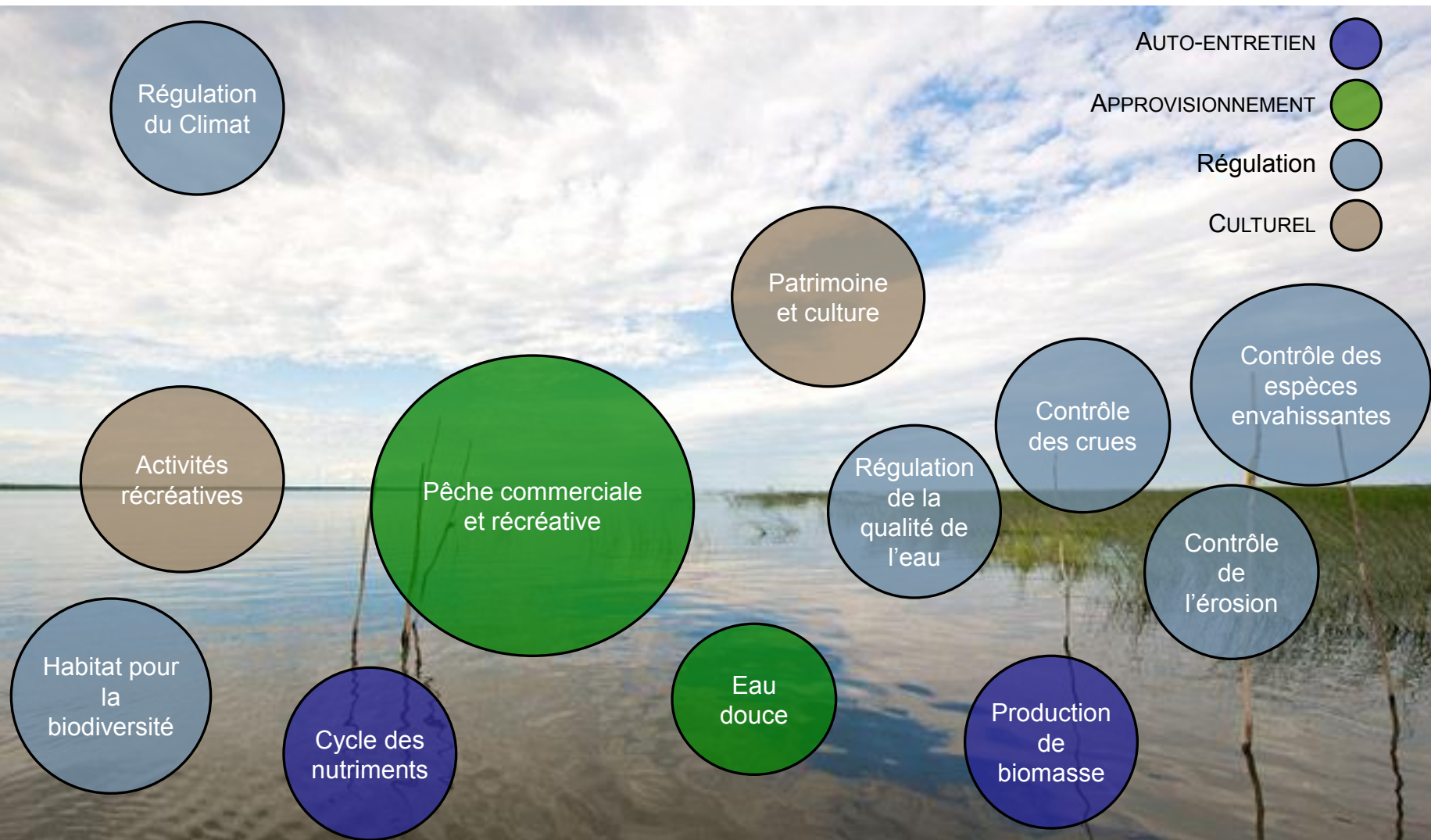
# Scénarios d'évolution future débit d'eau du fleuve Saint-Laurent à la station de Sorel



**Quel sera le coût de ces fluctuations sur l'économie du LSP?**



# Les services écosystémiques au lac Saint-Pierre



# Méthodologie

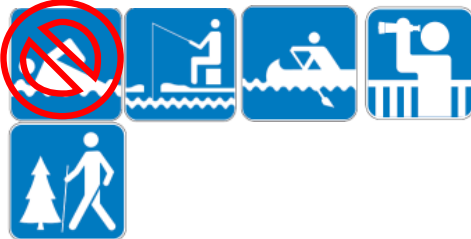

## **Analyse des avantages**

1. Retombées économiques directes (prix de marché) (VUD)
2. Méthode des coûts de transport (VUI)
3. Évaluation contingente des utilisateurs du site (VO)
4. Modélisation de choix pour la population générale (VNU)

## **Analyse des coûts**

1. Restaurer les zones riveraines et la plaine inondable;
2. Modifier les pratiques agricoles;
3. Augmenter l'efficacité et la capacité du traitement des eaux usées;
4. Protéger et restaurer des habitats refuges;
5. Éduquer et sensibiliser le public;
6. Appliquer de façon plus stricte les lois et règlements en vigueur.

# Variation des retombées économiques

	<b>Aujourd'hui</b>	<b>Sans intervention</b>
<b>Qualité d'habitat pour les poissons</b>	<b>En détérioration</b> 1. Huit espèces de poissons menacées, équivalent à 10% des 79 espèces qui s'y trouvent 2. La perchaude fait l'objet d'un moratoire de 5 ans sur la pêche sportive et commerciale	<b>En détérioration accélérée</b> 1. Augmentation du nombre d'espèces de poissons à statut précaire 2. Restriction de la pêche sportive et commerciale dans les prochaines décennies
<b>Qualité d'habitat pour les oiseaux</b>	<b>Risque de détérioration</b> Douze (12) espèces d'oiseaux vulnérables ou menacés, équivalent à 4% des 288 espèces existant sur le lac	<b>En détérioration</b> Augmentation du nombre d'espèces d'oiseaux à statut précaire, modification des communautés d'oiseaux et apparition d'espèces plus typiques des régions du sud
<b>Qualité de l'eau</b>	<b>Moyenne</b> Baignade interdite au sud du Lac 	<b>Mauvaise (sud)</b> Seules les activités sans contact avec l'eau sont permises 
<b>Condition riveraine (espace disponible pour les activités récréotouristiques)</b>	<b>Situation actuelle</b>	<b>Une réduction</b> de l'espace disponible d'environ <b>20%</b> par rapport à la situation actuelle
<b>Statut de l'UNESCO et de site Ramsar</b>	<b>Maintenu</b>	<b>Menacé</b>

# Retombées économiques des activités récréotouristiques du LSP

---

Dépense moyenne (A)	26,11 \$/jour
Nombre de visites en moyenne par visiteur par an (B)	4,54 visites/an/personne
Nombre de jours par visite en moyenne (C)	2,48 jour/visite
Population du Québec en 2014 (D)	8 214 672 personnes
Probabilité pour un québécois d'aller au LSP (E=165/2361)	6,99%
Nombre de touristes québécois du LSP des derniers 12 mois (F=D*E)	574 087,62 personnes
Nombre de voyages effectués par les Québécois au LSP pendant les derniers 12 mois (G=B*F)	2 606 357,81 visites
Nombre de jours de voyages effectués par les Québécois au LSP pendant les derniers 12 mois (H=G*C)	6 463 767,37 jours
<b>Dépenses potentielles par an =H* A</b>	<b>168 768 966 \$ /an</b>

---

<sup>?</sup> N = 165/2361



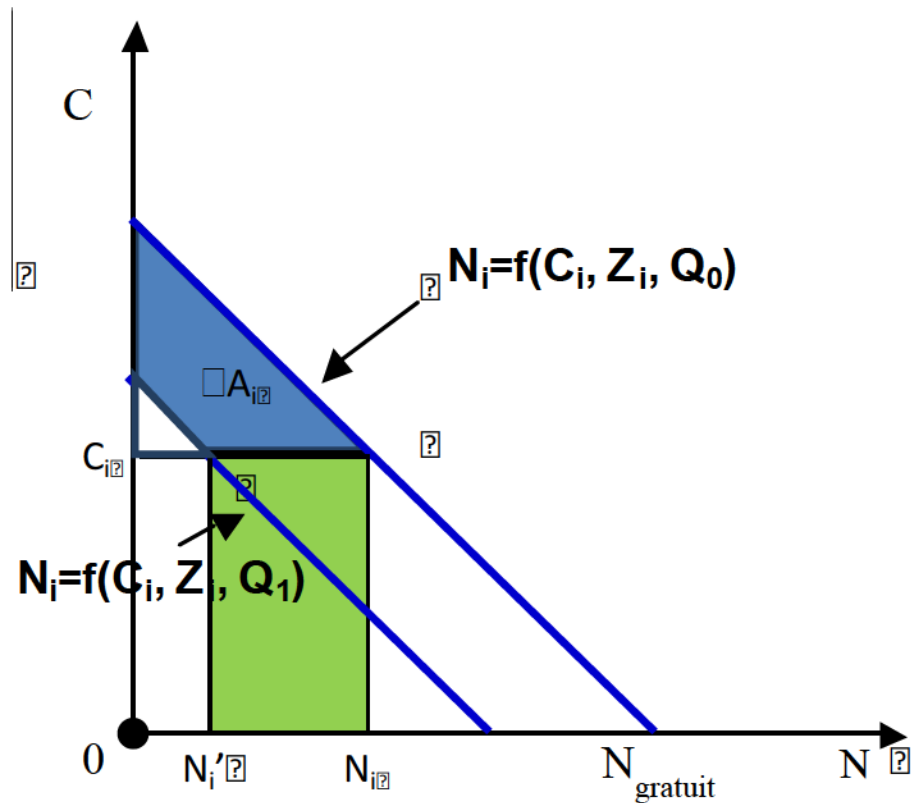
# Variation des retombées économiques des activités récréotouristiques du LSP après l'impact de CC

---

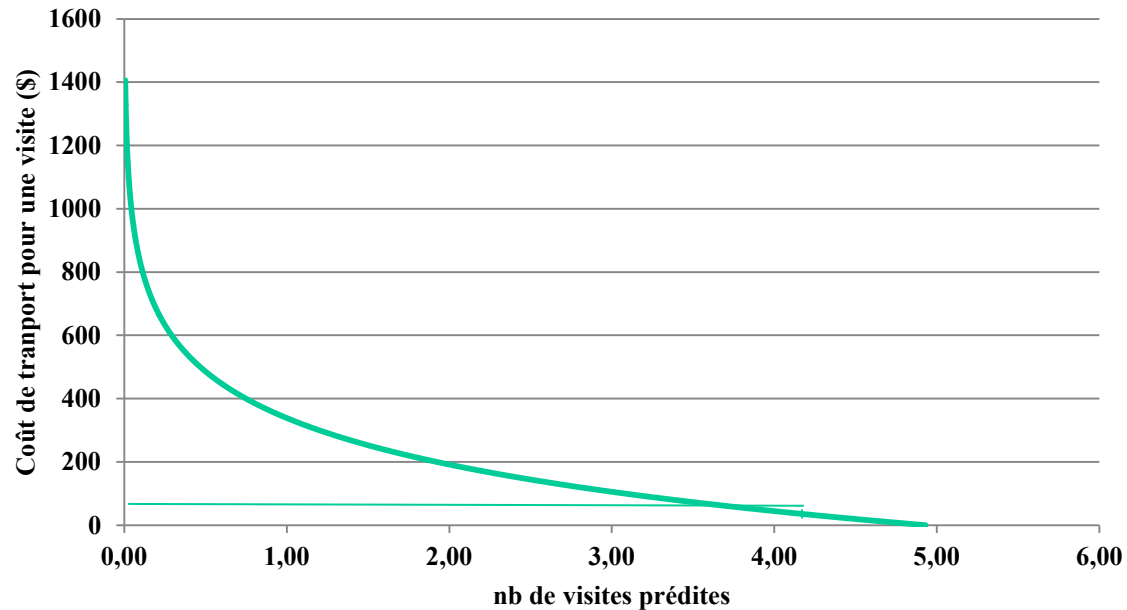
Variation moyenne de nombre de visites par an (C)	-2,11 visites/an
Nombre de jours par visite en moyenne (D)	2,48 jours/visite
La réduction moyenne de nombre de jours de visites (E=D*C)	-5,23 jours/an
Population du Québec (F)	8 214 672 personnes
Probabilité pour un québécois de visiter LSP (G=165/2361)	6,99%
Nombre de jours de visite perdus à cause de CC (H=G*F*E)	1 534 690,50 jours/an
Dépense moyenne (I)	26,11 \$/jour
<b>Les retombées économiques perdues (J=H*I)</b>	<b>78 410 810 \$/ an</b>

---

# Modification de la fréquentation du site avec une qualité détériorée du LSP



# La valeur d'accès au Lac

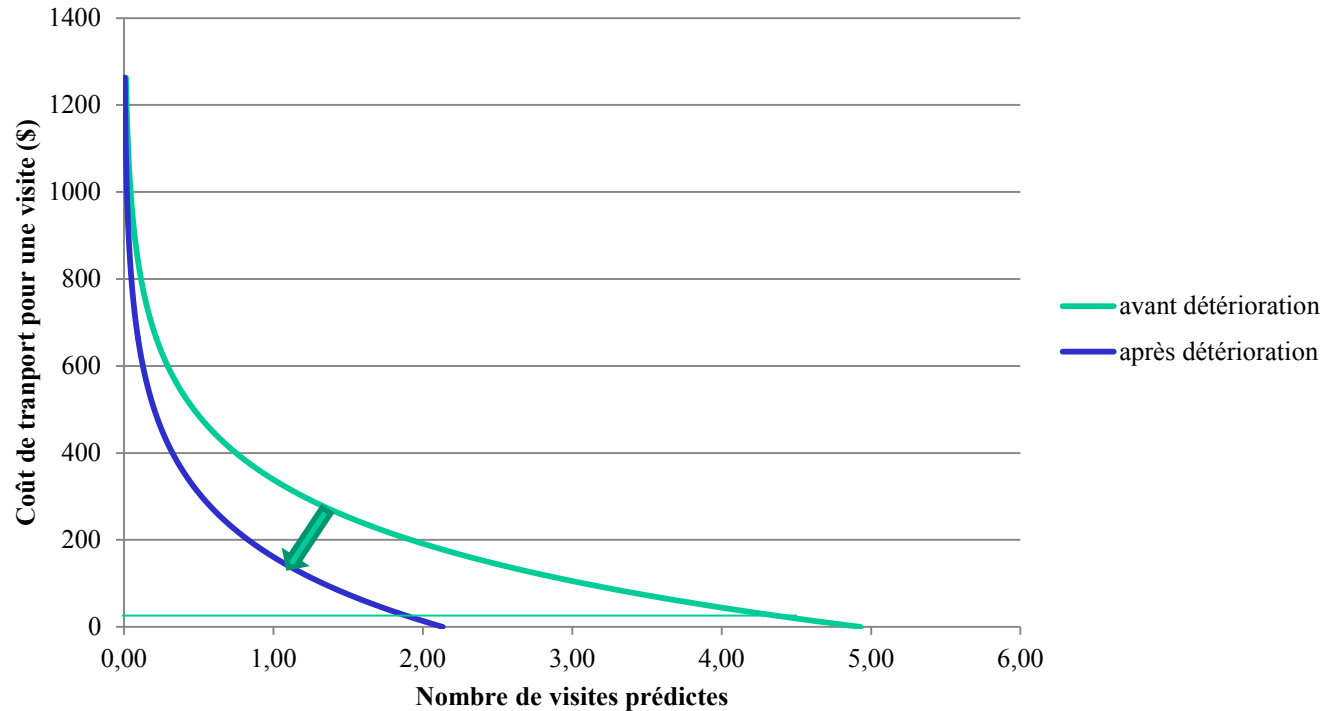



---

N	2 361 personnes
$S_i$ minimal (valeur d'accès minimal de notre échantillon)	108,29 \$/an
$S_i$ maximal (valeur d'accès maximal de notre échantillon)	9 391,32\$/an
$\frac{\sum S_i}{n}$ : valeur d'accès moyenne de notre échantillon (n=2 361 personnes)	49,51 \$/an/personne
Population du Québec en 2014	8 214 672 personnes
Ainsi la valeur d'accès du LSP pour la population québécoise	407 M \$/an



---

# Variation de la valeur d'accès au Lac



	Après CC	Avant CC	Variation
Si ou $\Delta Si$ minimal (valeur d'accès minimale ou variation minimale)	46,61 \$/an	108,29 \$/an	61,68 \$/an
Si ou $\Delta Si$ maximal (valeur d'accès maximale ou variation maximale)	4041,60 \$/an	9391,32 \$/an	5349,72 \$/an
$\frac{\sum_i S_i}{n}$ : valeur d'accès moyenne de notre échantillon (n=2361 personnes)	21,31 \$/an/personne	49,51 \$/an/personne	28,20 \$/an/personne
Population du Québec en 2014	8 214 672 personnes		
Valeur d'accès au LSP pour la population québécoise (M \$)	175 M\$/an	407 M\$/an	232 M\$ (58% de la valeur d'accès actuelle du LSP)

# Scénario d'évolution du lac Saint-Pierre avec intervention présenté dans la méthode de l'évaluation contingente

Services écosystémiques	Aujourd'hui	Avec intervention
Qualité d'habitat pour les poissons	<p><b>En détérioration</b></p> <p>1. Huit espèces de poissons menacées, équivalent à 10% des 79 espèces qui s'y trouvent.</p> <p>2. La perchaude fait l'objet d'un moratoire de 5 ans sur la pêche sportive et commerciale</p>	<p><b>En amélioration importante</b></p> <p>1. <u>Importante diminution</u> du nombre d'espèces de poissons à statut précaire dans les prochaines décennies.</p> <p>2. <u>Augmentation du potentiel de pêche sportive</u> comparativement à la situation actuelle.</p>
Qualité d'habitat pour les oiseaux	<p><b>Risque de détérioration</b></p> <p>Douze (12) espèces d'oiseaux vulnérables ou menacés, équivalent à 4% des 288 espèces existant sur le lac</p>	<p><b>En amélioration importante</b></p> <p><u>Une importante diminution</u> du nombre d'espèces d'oiseaux à statut précaire et retour de certains oiseaux migrateurs.</p>
Qualité de l'eau	<p><b>Moyenne</b></p> <p>Baignade interdite au sud du lac</p> 	<p><b>Bonne</b></p> <p>Toutes les activités avec et sans contact avec l'eau sont permises :</p> 
Condition riveraine	Situation actuelle	Maintien de la condition riveraine actuelle
Statut de l'UNESCO et de site Ramsar	Maintenu	Maintenu

# Détails du calcul de la VAP totale pour un droit d'entrée annuel hypothétique

Caractéristiques des répondants	Valeur moyenne de VAP (\$)
Moyenne échantillon	209,51
Homme	260,74
Femme	161,82
Avec chalet	542,95
Sans chalet	198,05
En milieu urbain	204,30
En milieu rural	225,43

Population du Québec en 2014 (A)	8 214 672 personnes
Nb de répondants de notre questionnaire pour la population générale (B)	2 361 personnes
Nb total des répondants qui ont répondu à cette question (C)	421 répondants
Probabilité pour un québécois de visiter le LSP (D=C/B)	17,83%
Nombre des visiteurs potentiels québécois (E=A*D)	1 464 676 personnes
La taille moyenne d'un groupe de visiteurs (F)	3,13 personnes/groupe
Ainsi pour la population du Québec, le nb de groupes potentiels est G=E/F	467 947,6 groupes
Valeur moyenne de VAP (H)	209,51 \$/an/personne
Ainsi la valeur totale des droits d'entrée annuels (G*H)	98 047 505 \$/an



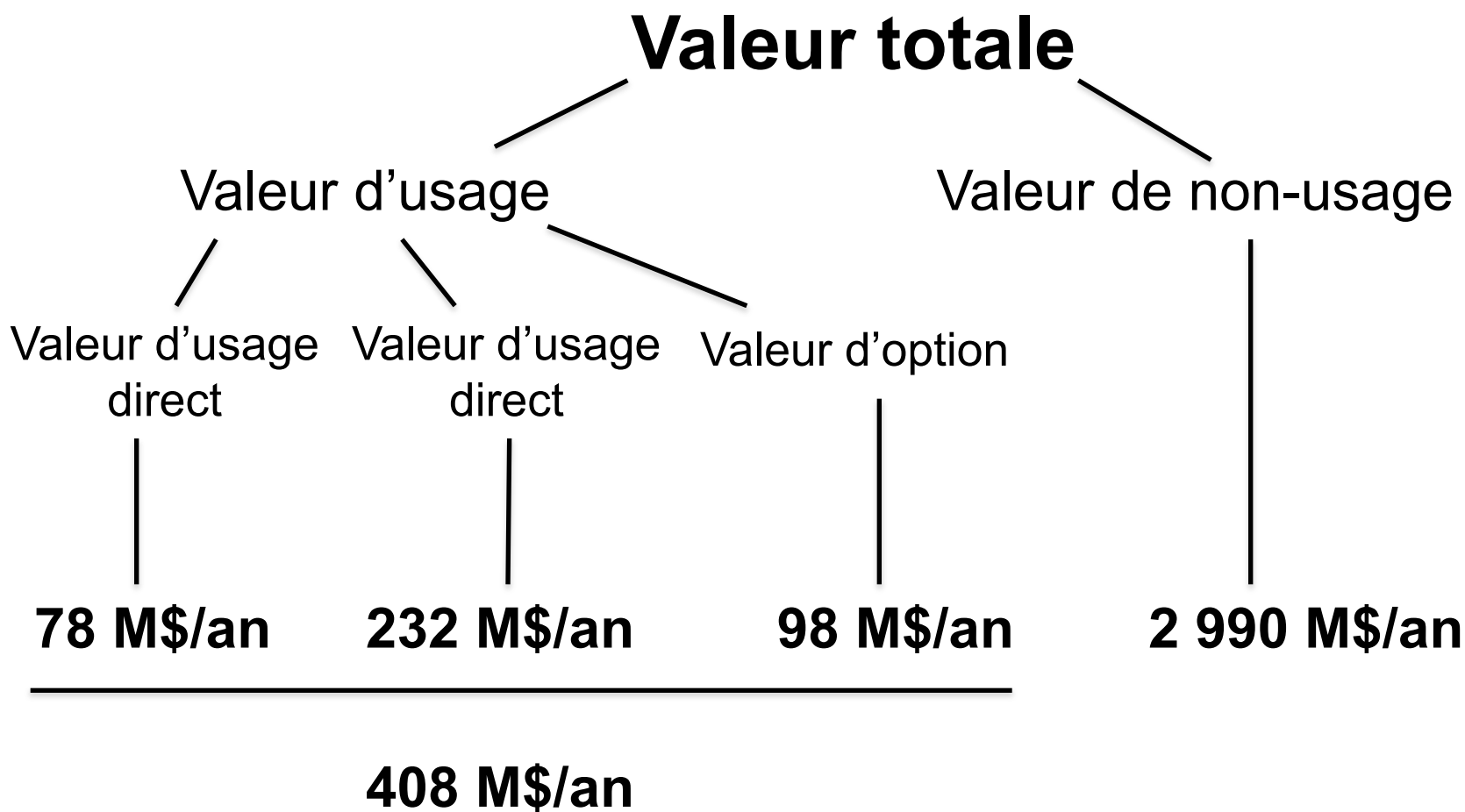
Si vous choisissez l'intervention A ou B, vous devrez payer une taxe provinciale dont le seul but serait d'aider à mettre en place ces interventions. Aucun paiement ne sera demandé pour le choix du cas « sans intervention », cependant la condition du Lac Saint-Pierre continuera à se dégrader sous la pression des activités humaines et des changements climatiques, dégradant ainsi leurs fonctions écologiques comme mentionné dans le tableau.

	Sans intervention	Intervention A	Intervention B
<p><b>Qualité d'habitat pour les poissons</b></p> <p>La baisse et les variations du niveau d'eau risquent de réduire le nombre et la qualité des frayères et des refuges, changer les patrons de migration des espèces, affaiblir la capacité de la filtration d'eau, favoriser l'apparition d'algues, accentuer les problèmes de pollution, favoriser l'arrivée des espèces envahissantes, etc.</p>	<p><b>En détérioration accélérée</b></p> <p>Augmentation du nombre d'espèces de poissons à statut précaire et de restriction à la pêche sportive et commerciale dans les prochaines décennies.</p>	<p><b>En amélioration</b></p> <p>Une baisse des espèces de poissons à statut précaire dans les prochaines décennies. La suppression du moratoire de pêche sur la perchaude.</p>	<p><b>En amélioration importante</b></p> <p>Une baisse importante des espèces de poissons à statut précaire dans les prochaines décennies. Augmentation du potentiel de pêche.</p>
<p><b>Qualité d'habitat pour les oiseaux</b></p> <p>La baisse et les variations du niveau d'eau risquent de réduire la qualité des berges, l'accessibilité à la nourriture, la superficie des refuges et des lieux de reproduction, en particulier pour les oiseaux migrateurs.</p>	<p><b>En détérioration</b></p> <p>Augmentation du nombre d'espèces d'oiseaux à statut précaire, la modification des communautés d'oiseaux et l'apparition d'espèces plus typiques des régions du sud.</p>	<p><b>En amélioration importante</b></p> <p>Une importante baisse des espèces d'oiseaux à statut précaire et le retour de certains oiseaux migrateurs sur le Lac.</p>	<p><b>En amélioration</b></p> <p>Une baisse des espèces d'oiseaux à statut précaire et maintien de la composition des communautés d'oiseaux.</p>
<p><b>Qualité de l'eau</b></p> <p>La baisse et les variations du niveau d'eau risquent d'affaiblir la capacité de filtration d'eau des MH, favorisant la multiplication des crises d'algues et d'accroître les impacts négatifs des sédiments et des contaminants comme phosphate, pesticide, et des polluants municipaux et industriels.</p>	<p><b>Mauvaise</b></p> <p>Seulement des activités qui n'ont pas de contact avec l'eau sont permises :</p> 	<p><b>Moyenne</b></p> <p>Seulement les activités avec contacts secondaires à l'eau et ceux qui n'ont pas de contact avec l'eau sont permises :</p> 	<p><b>Bonne</b></p> <p>Toutes les activités avec/sans contacts primaires avec l'eau sont permises :</p> 
<p><b>Conditions riveraines</b></p> <p>La baisse et les variations du niveau d'eau risquent de provoquer le dépérissement des forêts riveraines, l'invasion par des plantes exotiques et de modifier les compositions de la communauté végétale des rives et ainsi réduire la qualité paysagère des rives, l'accessibilité à l'eau et l'espace disponible pour des activités récréotouristiques comme la nage, le canotage ou la planche à voile.</p>	<p><b>20% de réduction</b></p> <p>des espaces par rapport à la situation actuelle.</p>	<p><b>10% de réduction</b></p> <p>des espaces par rapport à la situation actuelle.</p>	<p><b>0% de réduction</b></p> <p>des espaces par rapport à la situation actuelle.</p>
<p><b>Statut de réserve mondiale de la biosphère de l'UNESCO et de site Ramsar</b></p> <p>La désignation d'un statut de réserve mondiale est basée sur la qualité des écosystèmes. Compte tenu des risques de la perte de qualité des aspects décrits plus haut, le Lac Saint-Pierre pourrait perdre ces désignations.</p>	<p><b>Menacé</b></p>	<p><b>Maintenu</b></p>	<p><b>Maintenu</b></p>
<p><b>Coût</b> (une taxe provinciale spéciale par ménage par an pour mettre en place des mesures mentionnées plus haut).</p>	<p><b>0\$/an</b></p>	<p><b>20\$/ an</b></p>	<p><b>250\$/ an</b></p>
<p><b>Je choisis</b></p>			

# Valeur totale du LSP pour la population du Québec

Population du Québec (A)		8 214 672 personnes
Taille de ménage en moyenne au Québec (B)		2,3 personnes/ménage
Nombre total de ménages au Québec (C=A/B)		3 571 596,52 ménages
<b>VAP moyenne d'un ménage pour les améliorations des attributs comme dans le scénario hypothétique type de l'étude d'évaluation contingente</b>		
Scénario hypothétique type :	Moyenne par ménage	Valeur totale
Habitat pour les poissons : Amélioration importante	195,64 \$/ménage	698 747 143,2 \$/an
Habitat pour les oiseaux : Amélioration importante	Non-significatif=0	0
Qualité de l'eau : bonne qualité	498,16 \$/ménage	1 779 226 522 \$/an
Conditions riveraines (améliorée de 20%)	Non-significatif=0	0
Status de Unesco/Ramsar maintenus	143,48 \$/ménage	512 452 668,7 \$/an
<b>Valeur totale</b>	<b>837,28 \$/ménage</b>	<b>2 990 426 334 \$/an</b>

# Synthèse de la valeur totale



# Coût total des mesures d'adaptation sur 50 ans (2015-2064)

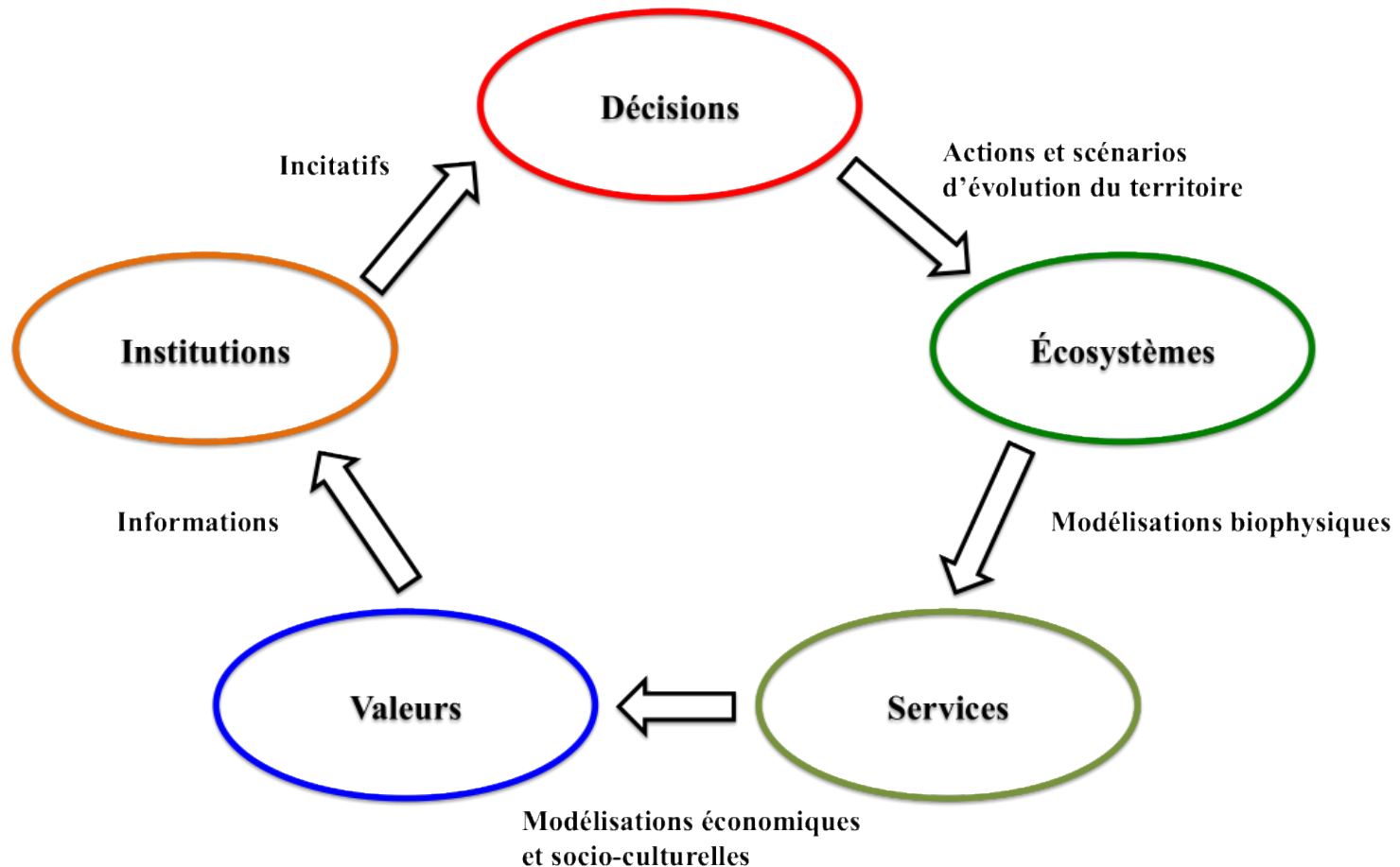
<b>Mesures d'adaptation</b>	<b>Scénario optimiste (en millions \$)</b>	<b>Scénario médian (en millions \$)</b>	<b>Scénario pessimiste (en millions \$)</b>
Restauration des zones riveraines	24,9	32,6	40,2
Restauration de la plaine inondable	89,6	129,6	150,9
Modification des pratiques agricoles	16,8	67,0	368,6
Retraitement des eaux usées	198,8	298,2	397,7
Protection et restauration des habitats	4,5	9,0	13,5
Éducation et sensibilisation	11,2	22,3	33,5
<b>Coût total</b>	<b>345,8</b>	<b>558,7</b>	<b>1 004,4</b>

<b>Scénario médian</b>	<b>Taux de 2%</b>	<b>Taux de 4%</b>	<b>Taux de 6%</b>
<b>Coût total (en millions \$)</b>	<b>801,6</b>	<b>558,7</b>	<b>417,8</b>

# Analyse coûts-avantages des mesures d'adaptation aux changements climatiques

	Avec interventions			Sans interventions <sup>2</sup>		
	2%	4%	6%	2%	4%	6%
<b>Taux d'escompte</b>						
<i>cénario baisse de niveau d'eau 2015-2023 (scénario #2)</i>						
vantages totaux	3 521,88	3 271,14	3 049,92	-2 521,20	-2 341,70	-2 180,41
coûts totaux						
optimiste	510,92	348,02	259,48	0	0	0
moyen	810,98	562,32	419,25	0	0	0
pessimiste	1 457,77	1 010,8	753,61	0	0	0
<b>vantages totaux nets<sup>1</sup></b>	<b>2 064,11</b>	<b>2 260,34</b>	<b>2 296,31</b>	<b>-2 521,20</b>	<b>-2 341,70</b>	<b>-2 180,41</b>
<i>cénario baisse de niveau d'eau 2040-2048(scénario #1)</i>						
vantages totaux	2 146,69	1 227,06	710,62	-1 536,75	-878,44	-508,71
coûts totaux						
optimiste	510,92	348,02	259,48	0	0	0
moyen	810,98	562,32	419,25	0	0	0
pessimiste	1457,77	1 010,8	753,61	0	0	0
<b>vantages totaux nets<sup>1</sup></b>	<b>688,92</b>	<b>216,26</b>	<b>-42,99</b>	<b>-1 536,75</b>	<b>-878,44</b>	<b>-508,71</b>

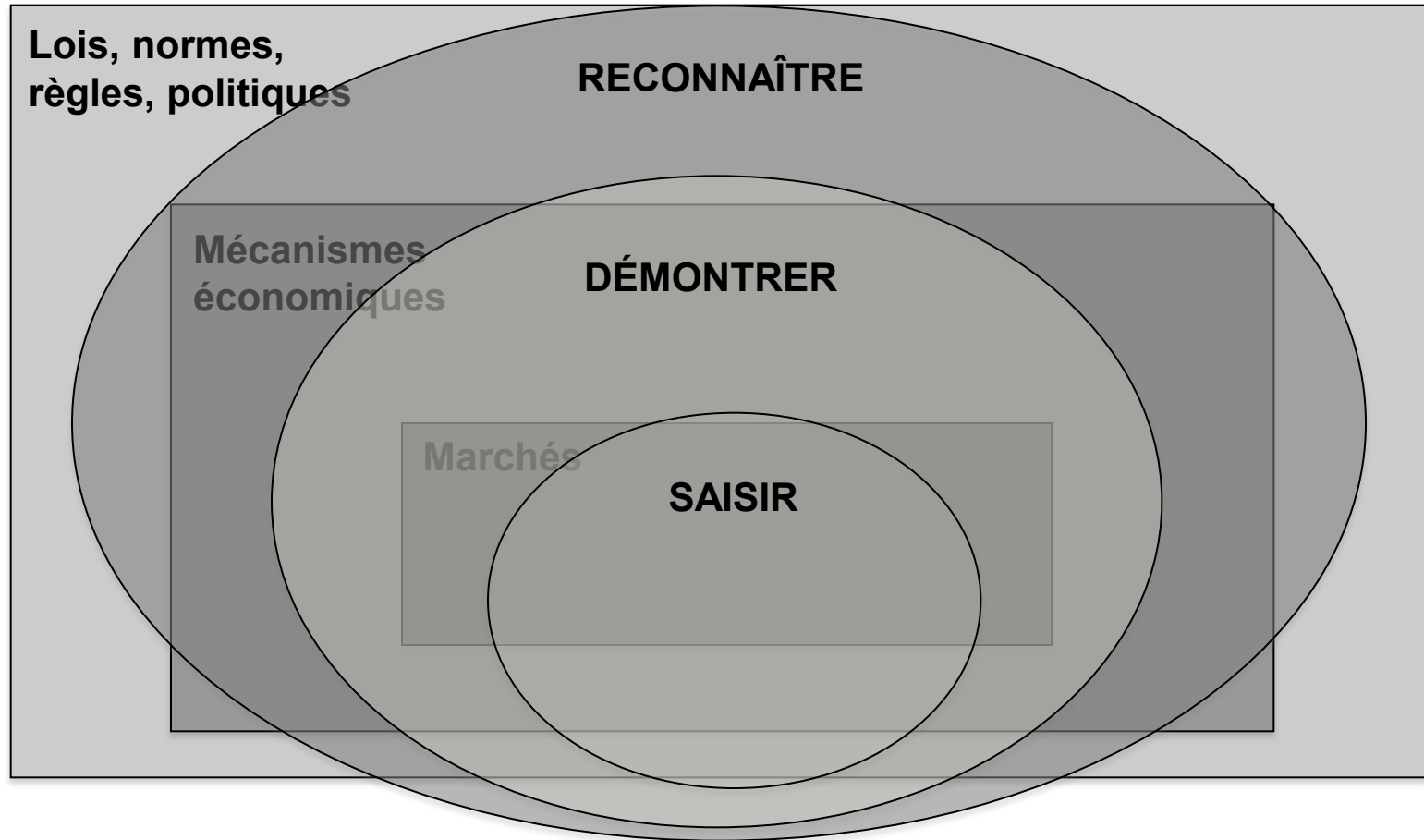
# Schéma d'analyse générale des services écosystémiques



[



# Quelle utilisation de ces valeurs?





Merci!