




LES *Journées*
HORTICOLES & GRANDES CULTURES



Conservation des sols organiques : importance, mécanismes et méthodes de lutte. Une synthèse de 14 ans de travaux



Conservation des sols organiques : importance, mécanismes et méthodes de lutte. Une synthèse de 14 ans de travaux

Par Jean Caron

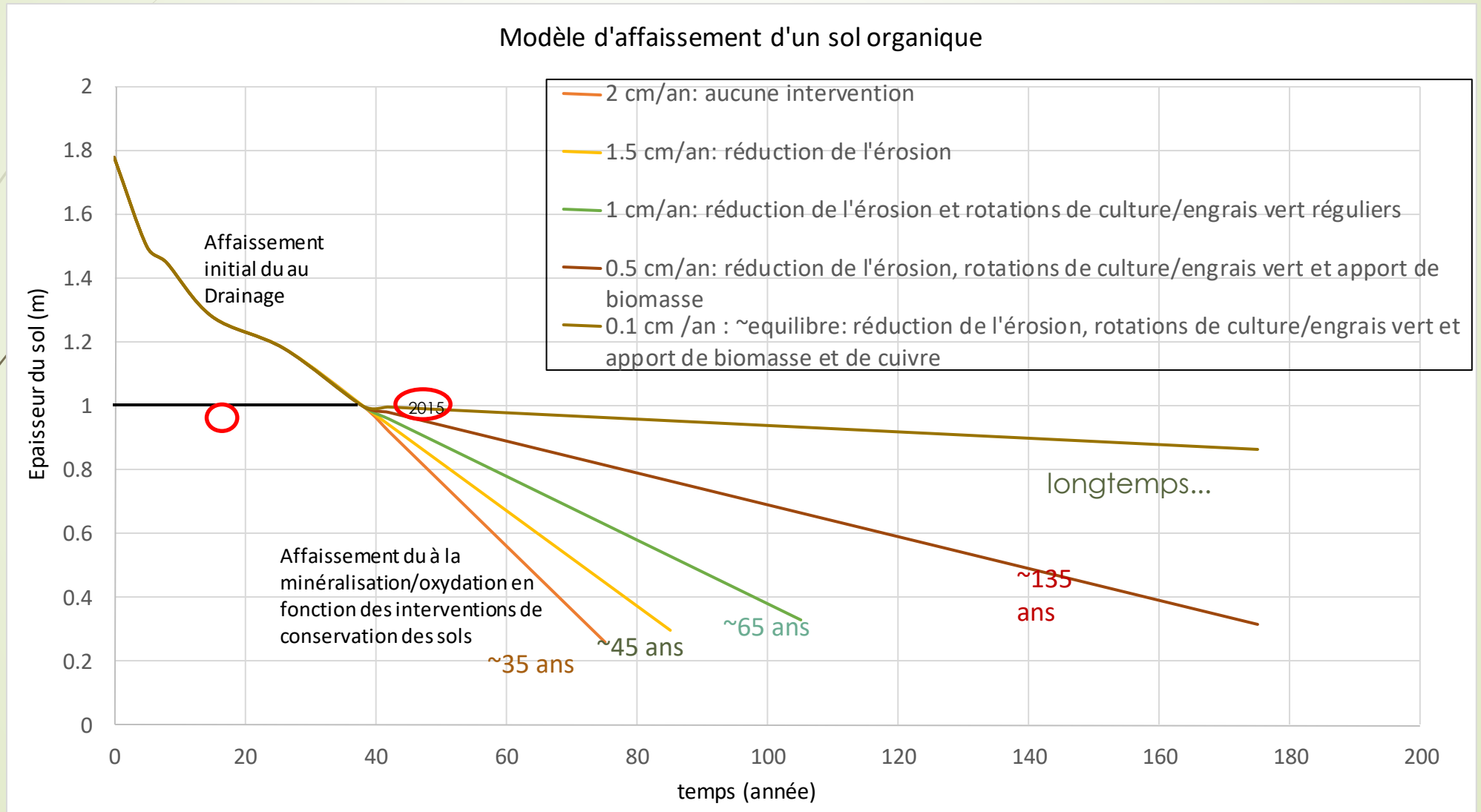
Professeur en physique des sols, titulaire de la chaire CRSNG en conservation des sols organiques et ex-directeur scientifique du réseau québécois de recherche en agriculture durable, co-fondateur de Hortau Inc. (2002) et fondateur de Édaphis inc. (2012).

6 décembre 2022

Plan de la présentation

- Facteurs de dégradation
- Conséquences agronomiques
- Solutions
- Conséquences financières
- Plan d'action: le plan de gestion des sols et ses coûts
- Comment réduire les coûts
- Recommandations
- Conclusions

Perte de hauteur des sols organiques de Montérégie



Évolution des sols organiques : la couche compacte apparaît («moorsh»)

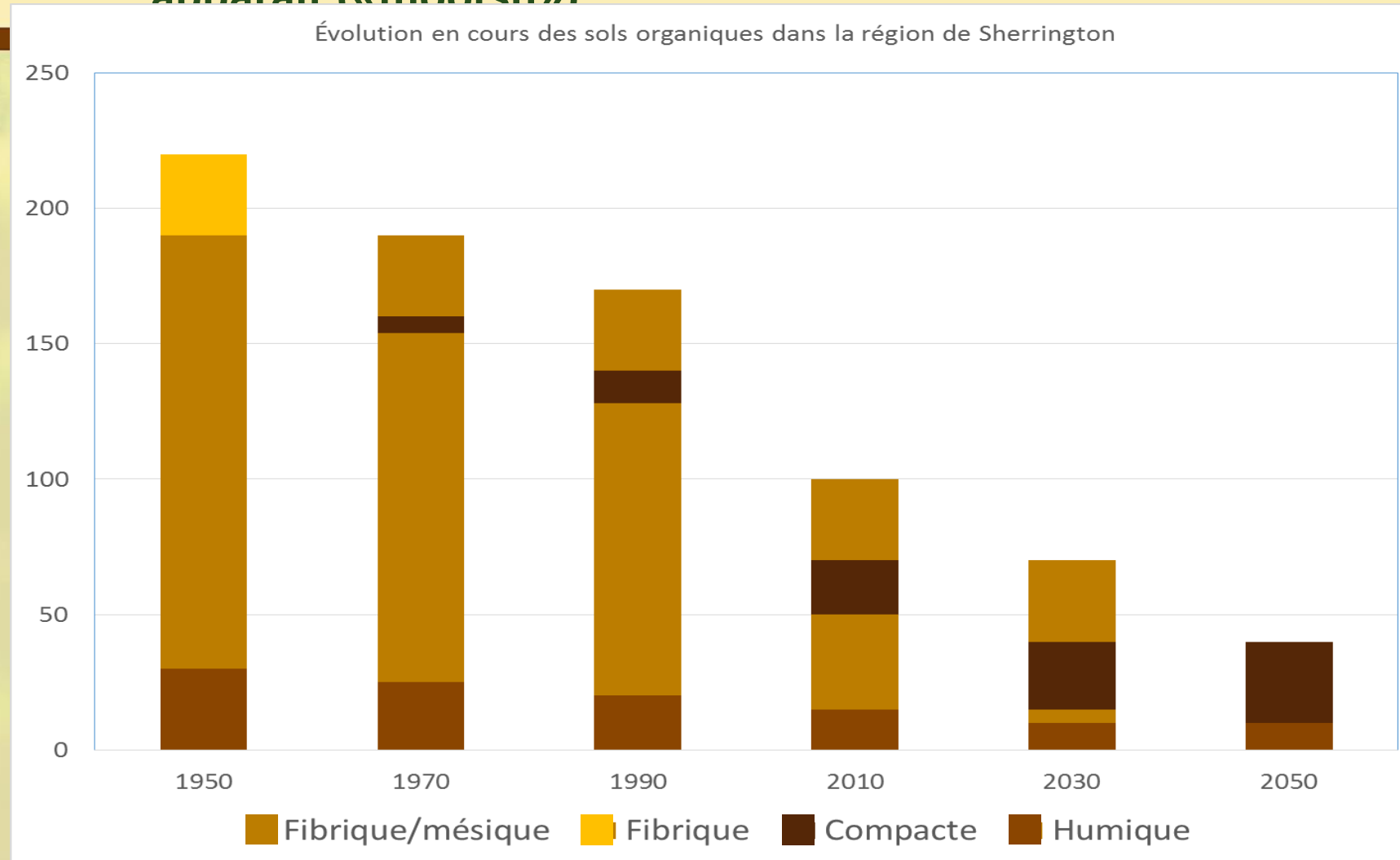


Tableau 1-Type de sols utilisés pour les expériences en serre.

Mélange	
1	Sols se drainant bien, meilleurs rendements, sols plus jeunes
2	Entre deux
3	Sols moins bien drainés, sols plus vieux
4	Sols très décomposés, très vieux, bordure de champ et Floride

Tableau 2-Valeurs des paramètres statiques et dynamiques pour différents degrés de décomposition de sol organique.

Niveau de décomposition		Unité	Statiques		Dynamiques					
			Porosité totale		Porosité d'air à 5 kPa		Conductivité saturée	α (non saturée)		
			$\text{cm}^3 \text{cm}^{-3}$		$\text{cm}^3 \text{cm}^{-3}$		cm s^{-1}		cm^{-1}	
	Jeune	1	0.89	A	0.27	A	0.064	A	0.073	A
	Intermédiaire	2	0.91	A	0.22	B	0.044	A	0.07	AB
	Vieux	3	0.84	B	0.12	C	0.018	B	0.063	B
	Très vieux	4	0.79	C	0.08	D	0.012	B	0.044	C

No de champ	Croissance	Porosité totale	MVA
		$\text{cm}^3 \text{cm}^{-3}$	g cm^{-3}
280	plus faible	0.76	0.38
302	bonne	0.82	0.28

Tableau 1-Type de sols utilisés pour les expériences en serre

Mélange	Description
1	Sols se drainant bien, meilleurs rendements, sols plus jeunes
2	Entre deux
3	Sols moins bien drainés, sols plus vieux
4	Sols très décomposés, très vieux, bordure de champ et Floride

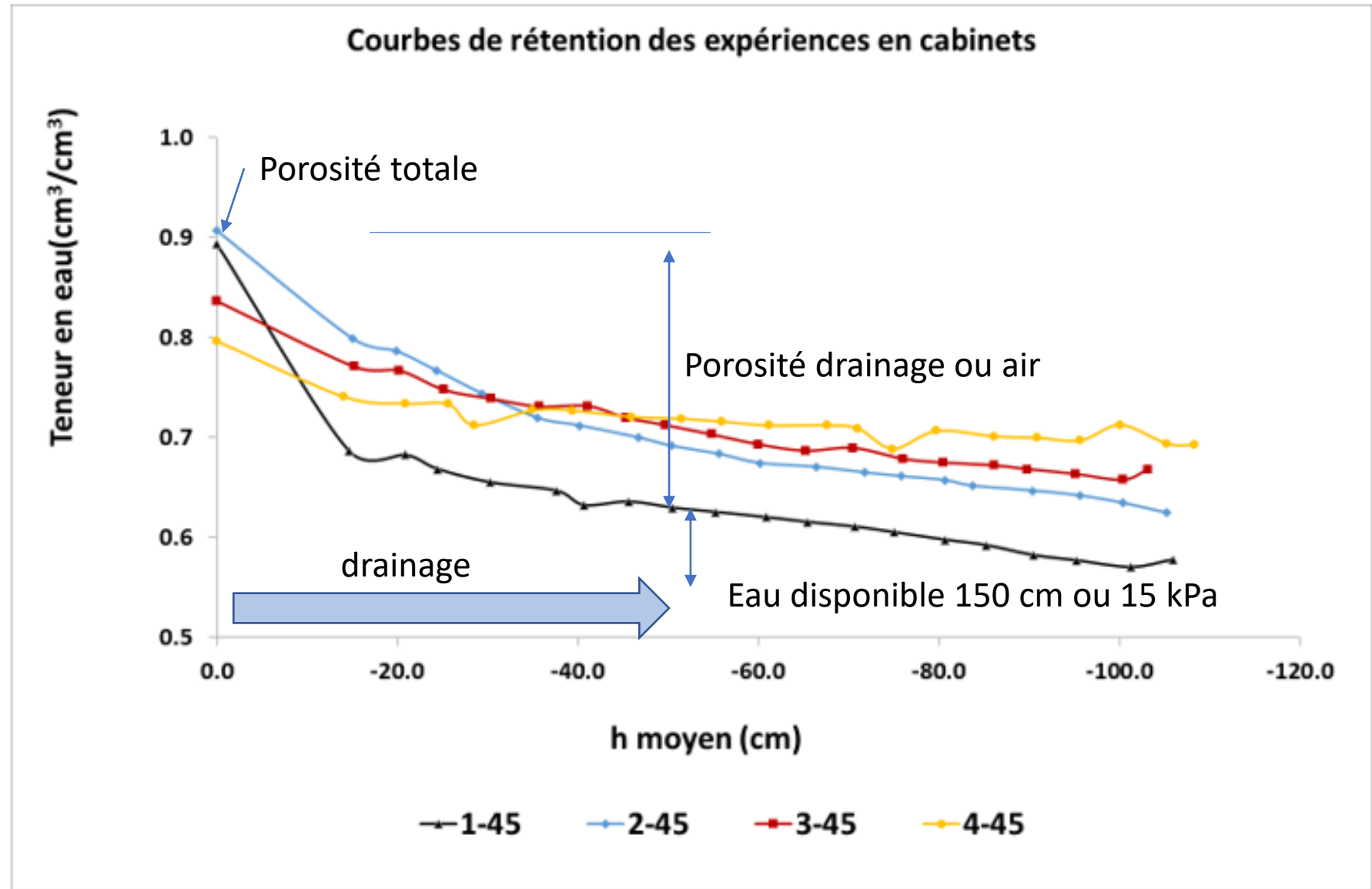


Figure 1-Courbe de rétention de quatre types de sol organique de différents âges.



Figure 2 – Carte régionale de zones de gestion des sols organiques cultivables basées sur deux seuils de profondeur de sol cultivable : 60 et 100 cm (Deragon et al., 2022).

Situation et Principes

		Bassin Napierville-Sherrington-Ste-Clotilde		
		150 a en laitue, représentative du portrait d'ensemble		
En ha				
Sols de 0-60 cm		16%		
Sols de 60-100		24%		
Sols de 100 cm et +		60%		
Erreur de prediction		1%		
surfaces totales				

Mécanismes de dégradation: le vent, la décomposition du sol organique, l'affaissement et la compaction

Bilan provisoire dégradation de sols organiques sur 25 ans		
Perte de hauteur totale	40	cm
Érosion éolienne	15	cm
Décomposition	15	cm
Érosion de surface	0.25	cm
Compactage et tassement	9.75	cm

Plan de la présentation

- Facteurs de dégradation
- Conséquences agronomiques
- Solutions
- Conséquences financières
- Plan d'action: le plan de gestion des sols et ses coûts
- Comment réduire les coûts
- Recommandations
- Conclusions

Conséquences

- Pertes de valeurs foncières
- Sols plus compacts: perte d'aération, diminution de la respiration, pertes d'azote par dénitrification,
 - Érosion accrue
 - Drainage plus lent
 - Moins bonne interception de l'eau (cultures plus sensibles aux aléas climatiques)
 - Perte de croissance végétale
- Sols plus minces:
 - Pertes de capacité de drainage
 - Pertes d'aération
 - Écrasement et arrachage des drains
 - Densification du sol

Plan de la présentation

- Facteurs de dégradation
- Conséquences agronomiques
- Solutions
- Conséquences financières
- Plan d'action: le plan de gestion des sols et ses coûts
- Comment réduire les coûts
- Recommandations
- Conclusions

Solutions

- Engrais verts (coût moyens 200\$ par ha): travaux en cours
- Amendements (apport de saule ou de miscanthus acheté à l'externe ou produit sur terres louées (87\$ la tonne, 120\$ la tonne achetée externe): travaux en cours
- Plantation de haies de saules aux 6 ans pour améliorer le drainage et réduire l'érosion (7% de surfaces) coût d'implantation de \$10,669 par ha: travaux en cours
- Restauration des sols minces en implantant sur toutes les surfaces du saule ou du miscanthus et surface remise en cultures après 15-20 ans: travaux en laboratoire en cours
- Interventions spatialisées: ressources humaines dédiée à l'établissement de zones où les interventions visées sont pertinentes (80% des effets sur 50% des surfaces). Travaux antérieurs
- Irrigation: retour sur investissement en 2 ans (travaux précédents sur 7 ans)



Haies de saule

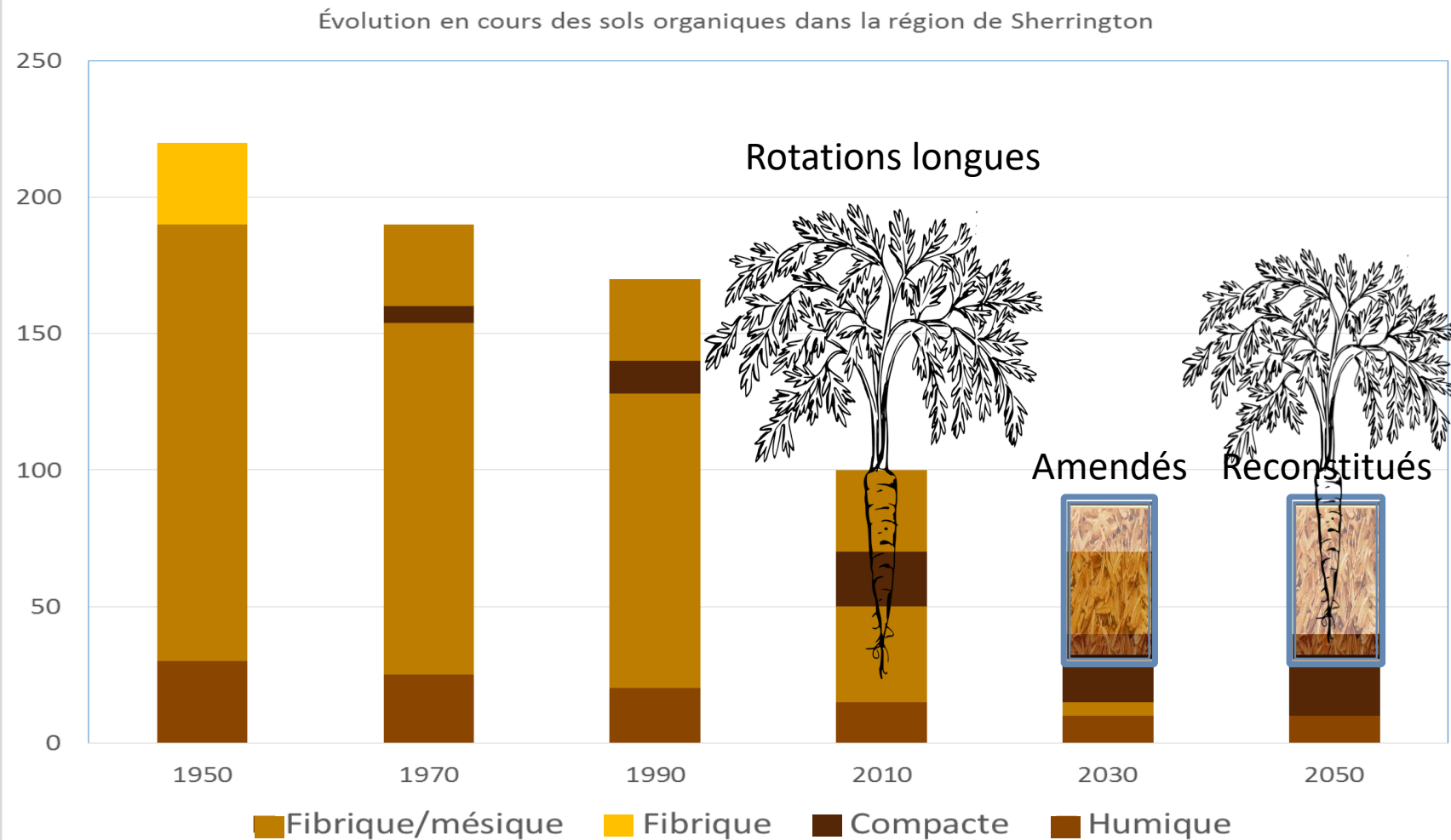


VOLET PRODUCTION ET AMENDEMENT DE BIOMASSE (J. DESSUREAULT-ROMPRÉ)

1. Déterminer les paramètres optimaux de la culture (type de sol, densité de plantation, fertilisation, gestion des mauvaises herbes...) du miscanthus et du saule afin d'accélérer l'arrivée à un rendement optimal
2. Suivre l'évolution des propriétés du sol sous culture de biomasse



Des rotations longues et des amendements



Plan de la présentation

- Facteurs de dégradation
- Conséquences agronomiques
- Solutions
- Conséquences financières
- Plan d'action: le plan de gestion des sols et ses coûts
- Comment réduire les coûts
- Recommandations
- Conclusions

Impacts financiers: hypothèses ferme 150 ha en laitue

Hypothèses basées sur travaux antérieurs					
				valeur du fonds de terre 66,000 par ha	
% de sols compacts: 53% dans le plus de 60 cm					
laitue 100%					
32000	32000\$ par ha de revenu brut				
engrais vert: 80% des surfaces protégées a 200\$ par ha					
Valeur fonciere a 33% de la valeur du marché lorsque 60 cm et moins					
compaction augmente de 2% par an					
haies de saule: perte de 7% des surfaces, gains de 10% de rendement					
Cout de restauration: surface 100% saule ou miscanthus					
19,418\$ pour 1,82 ha plantés aux 6 ans sur			cout annuel	124.47 \$	
Pour la conversion, plantations sur 2 ans amortie sur 25 ans					
Irigation	3200\$ par an par ha, paiement sur 2 ans des investissements soit bénéfices nets accru de 60%				
	10% de rendement de plus				
bénéfices nets					
0 % sur 60 cm, 0% en sols compact, 40% de rendement de moins					
10% de rendement de plus en sols irrigués					

Impacts financiers: cas hypothétique d'une ferme de 150 ha en laitue sans rotation

- Mise en garde: plusieurs des chiffres fournis comporte des hypothèses qui peuvent différer de façon très importante d'une entreprise à l'autre et ne sont pas personnalisés.
- De plus, les tendances vont être affectées de façon importante par l'état de santé du sol.
- En absence de personnalisation des simulations, les marges d'erreurs peuvent donc considérables
- Il s'agit par conséquent d'illustrer ici la pertinence des pratiques de conservation et l'impact financiers potentiels pour l'ensemble des entreprises.
- Les conclusions ne peuvent donc pas été interprétées comme recommandations agronomiques spécifiques

Biomasse cultivée en terre franche dans la MRC des Jardins-de-Napierville

Achat

Coût final: 143,64\$/tonne sèche si la terre est achetée

Ce coût est aussi un investissement foncier. Le coût de production sans la valeur de la terre est de 48\$ par tonne sèche

Location

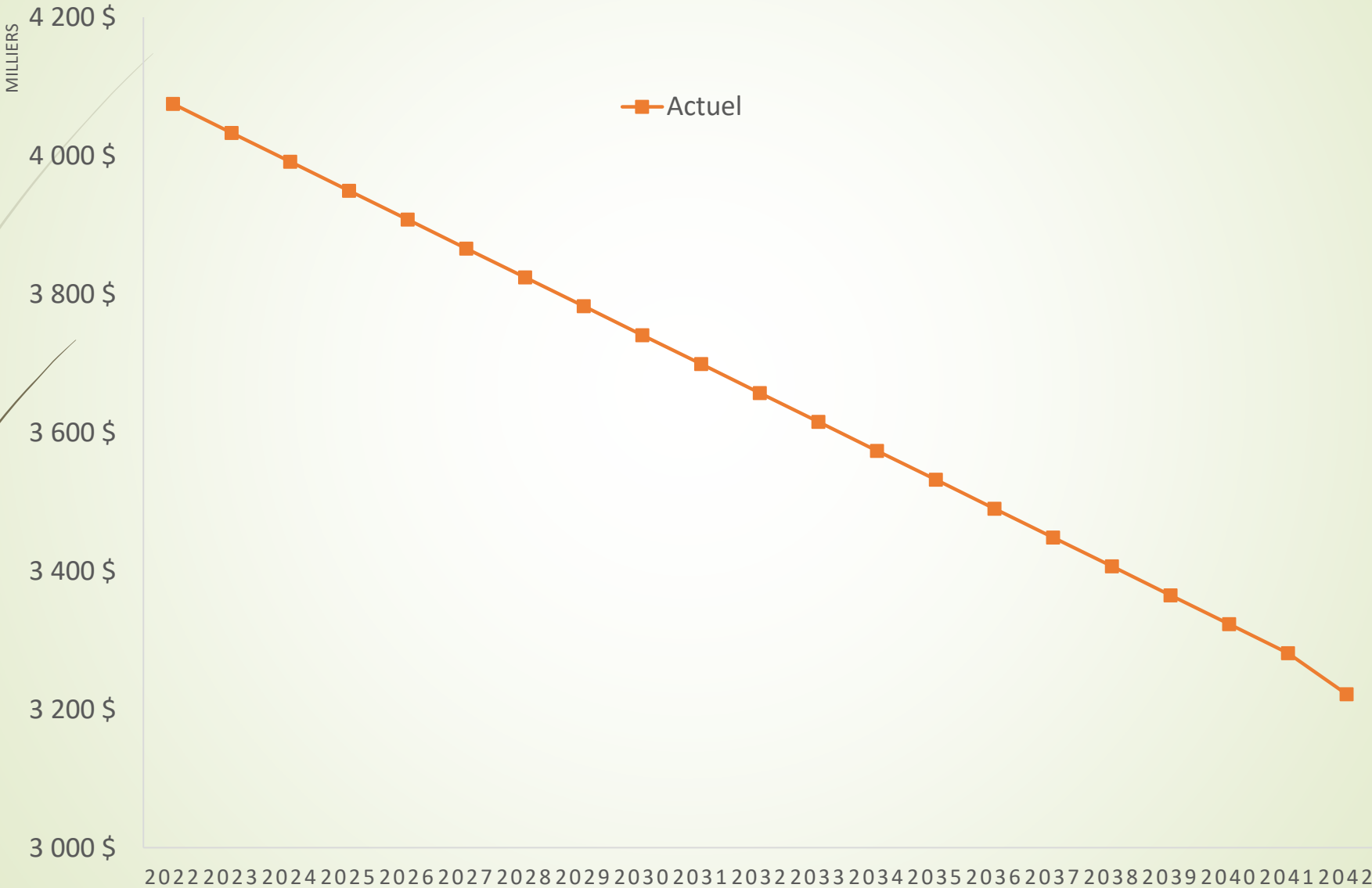
Prix de location: 350-400\$/acre

Coût final: 82,59 à 87,53\$/tonne sèche

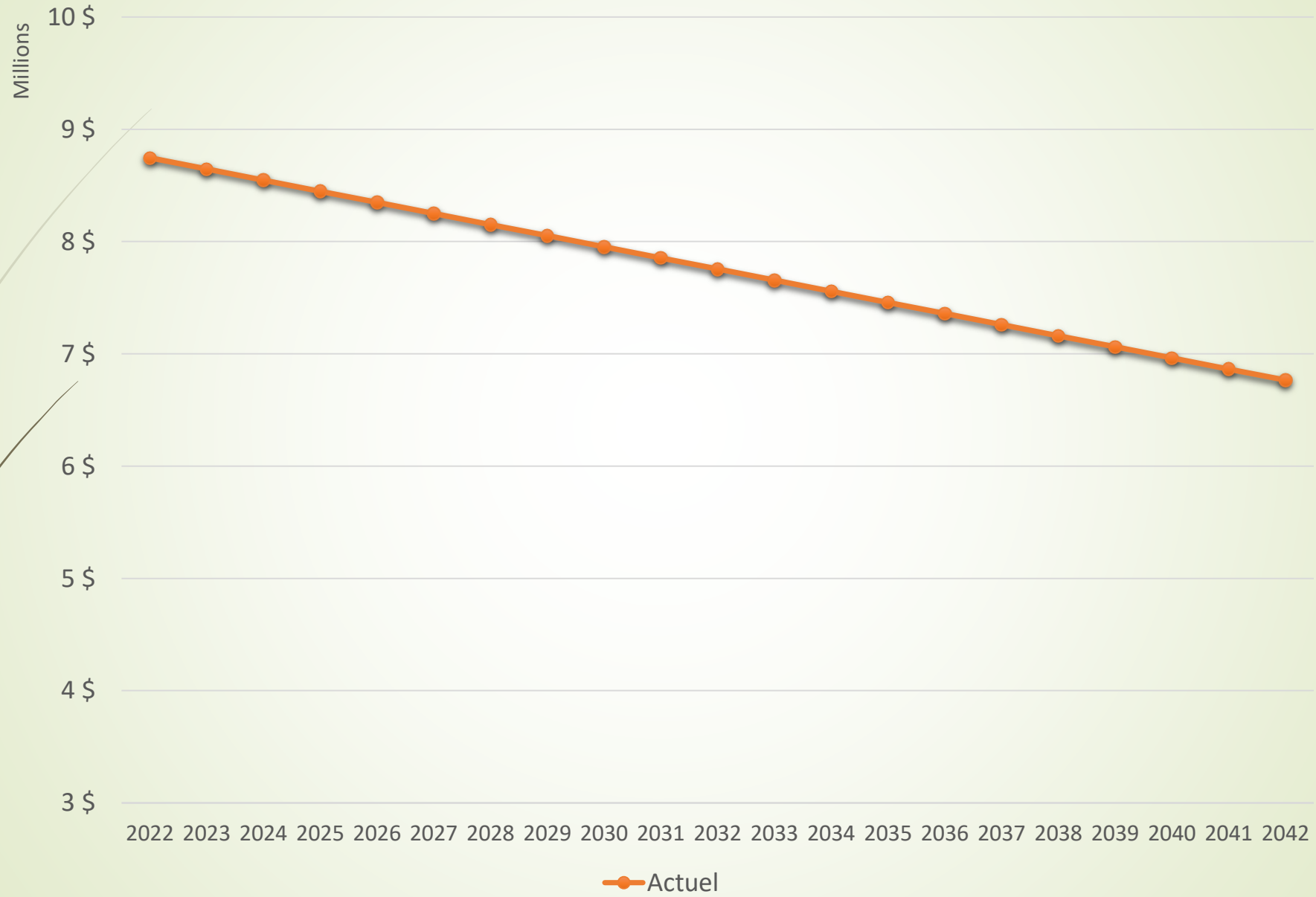
Production de biomasse forestière sur des boisés privés

Coût final: 116,01\$/tonne sèche (phytotoxicité, biostabilité et immobilisation à voir)

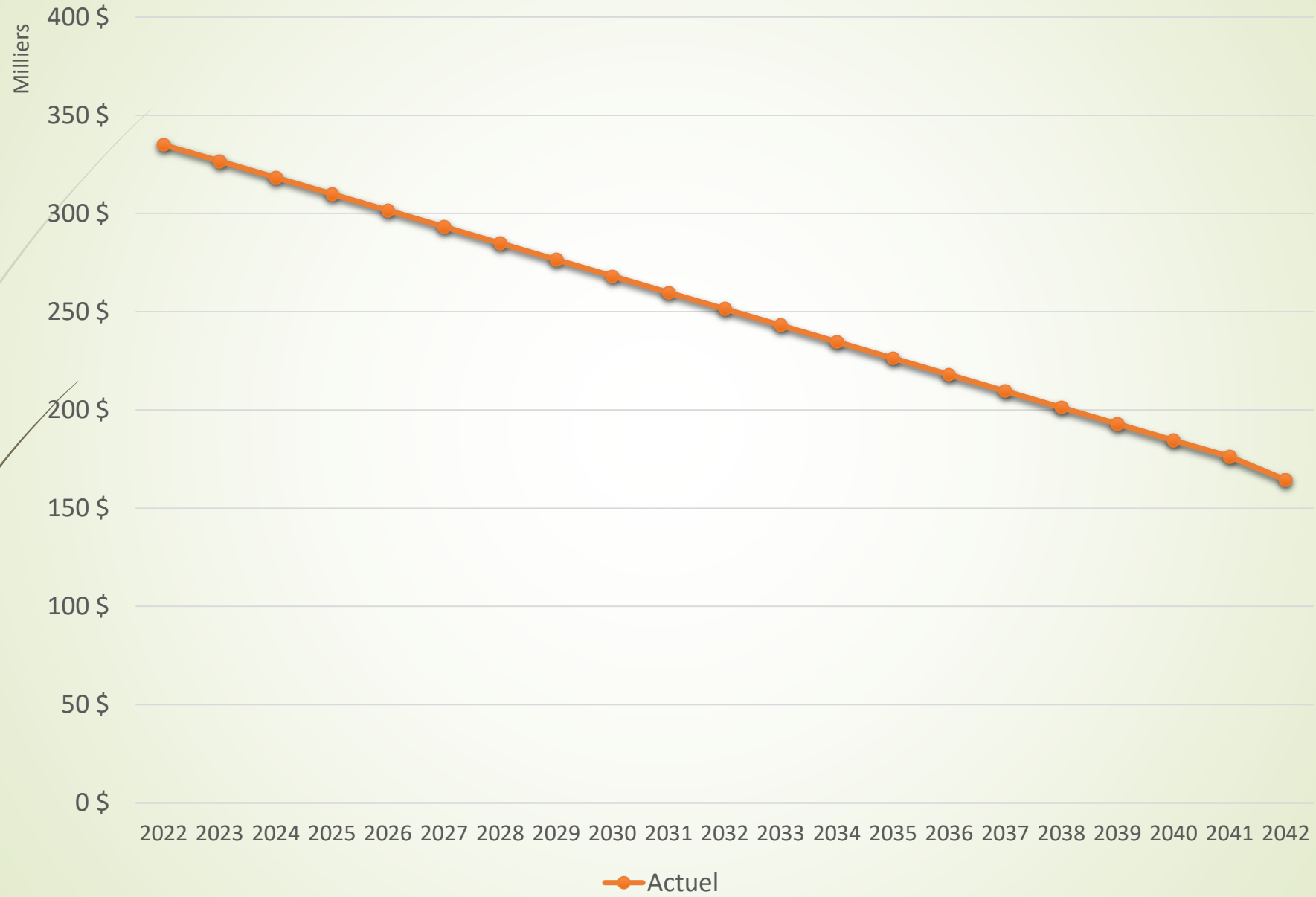
REVENU BRUT - DEPENSES DE CONSERVATION (DOLLARS CONSTANTS)



Valeur fonciere



Profit net



Plan de la présentation

- Facteurs de dégradation
- Conséquences agronomiques
- Solutions
- Conséquences financières
- Plan d'action: le plan de gestion des sols et ses coûts
- Comment réduire les coûts
- Recommandations
- Conclusions

Mécanismes de dégradation: la gestion de l'eau y joue un rôle fondamental

Bilan provisoire dégradation de sols organiques sur 25 ans

Perte de hauteur totale	40	cm
Érosion éolienne	15	cm
Décomposition	15	cm
Érosion de surface	0.25	cm
Compactage et tassement	9.75	cm



Contrôle de nappe



Irrigation



Drainage

Implantations et couts d'un plan de conservation

Scénarios

Actuel (1)

engrais vert (200\$ par ha sur 80%) (2)

2 + Amendement (3)

3 + haies des saules taillées et renouvelés
aux 6 ans (4)

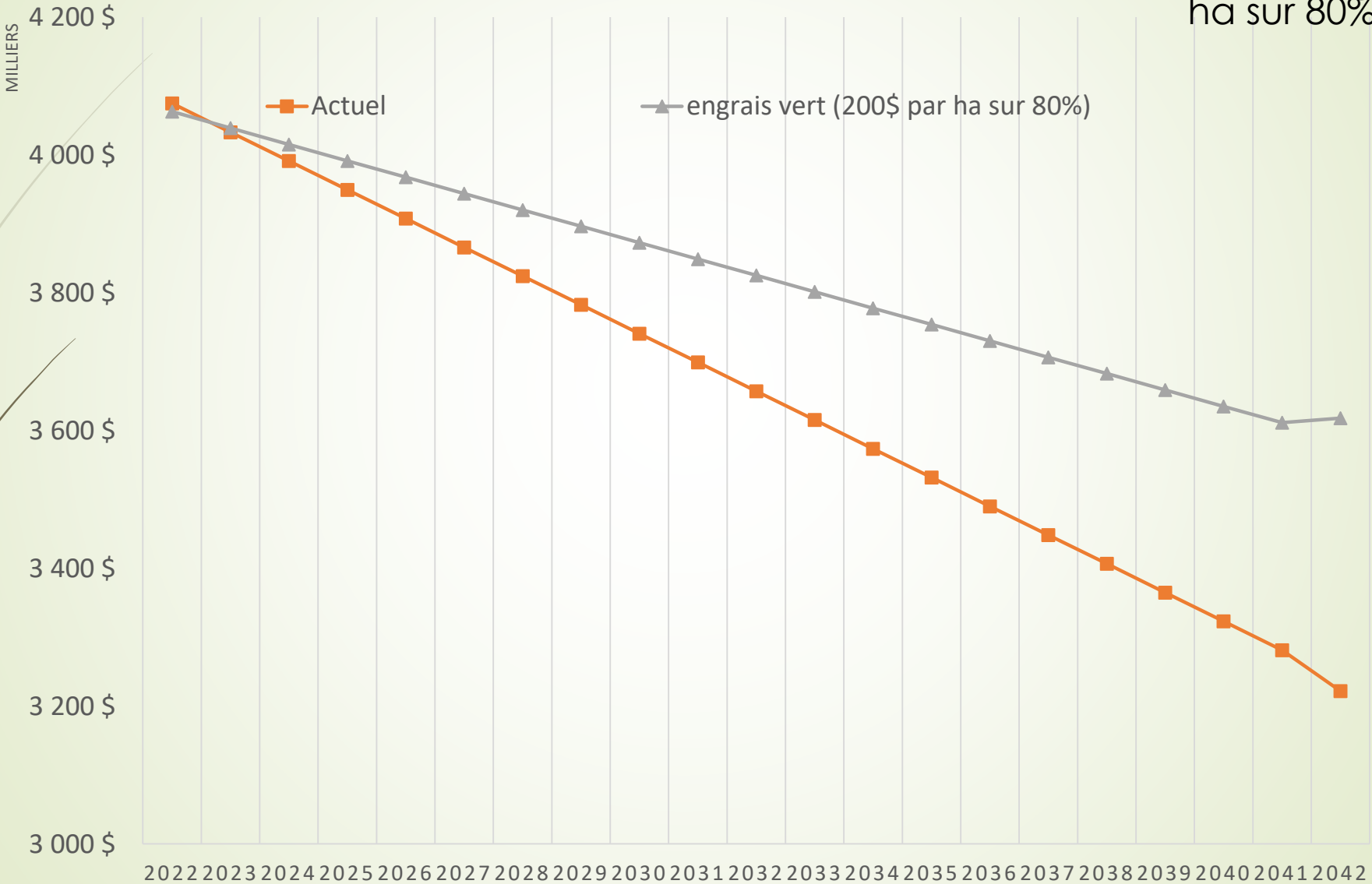
4 + Restructuration et production de
biomasse sur surfaces minces (5)

4 + intervention spatialisée (50% des
surfaces) (6)

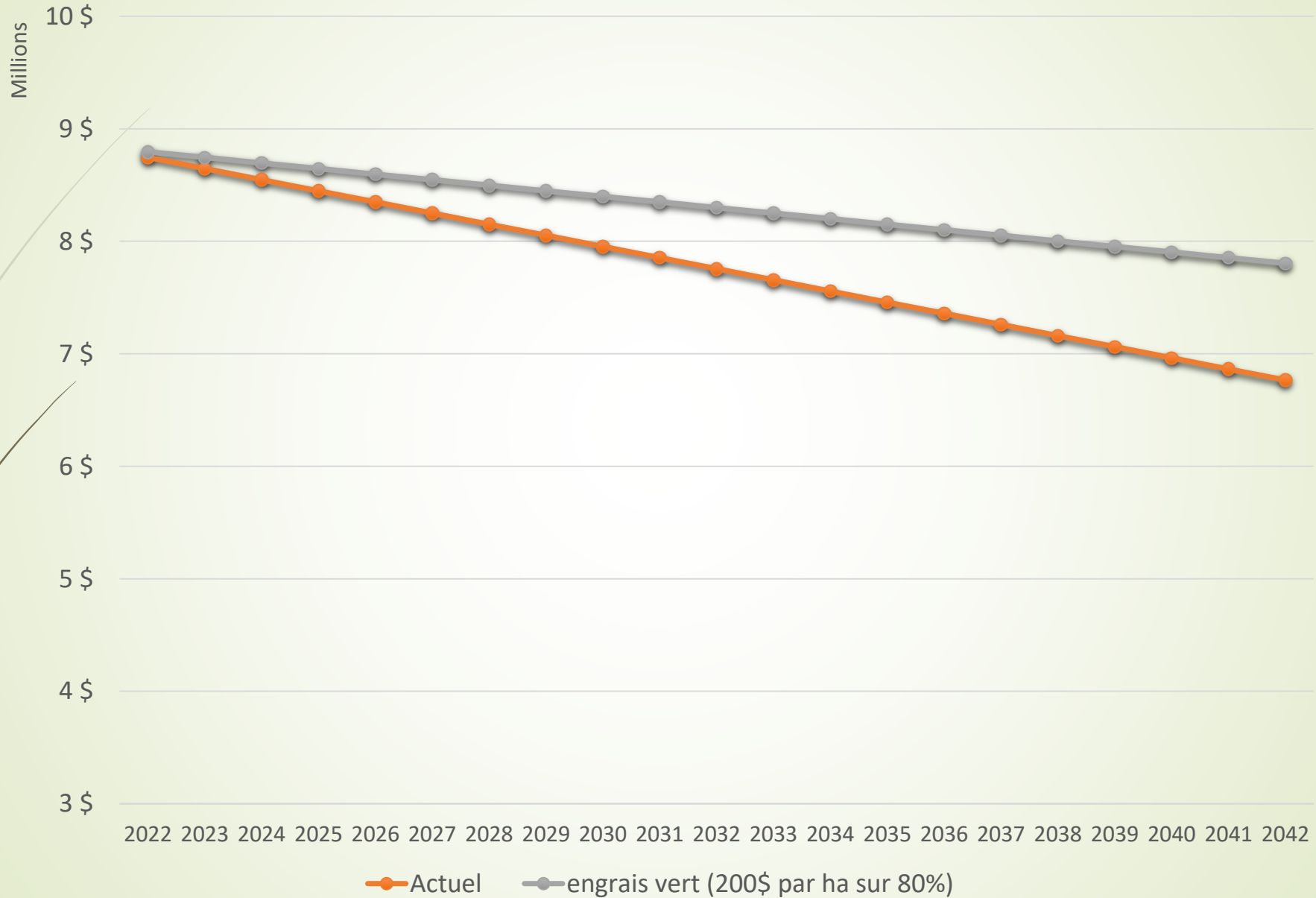
4 + irrigation (7)

REVENU BRUT - DEPENSES DE CONSERVATION (DOLLARS CONSTANTS)

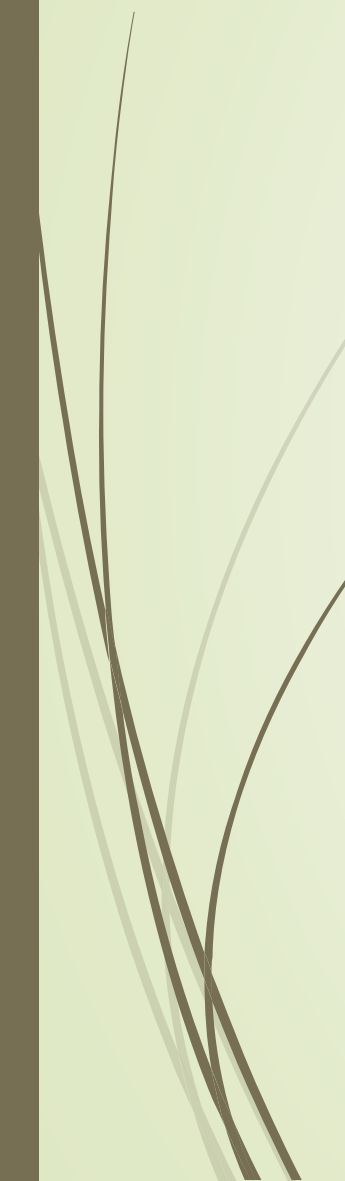
engrais vert (200\$ par ha sur 80%) (2)



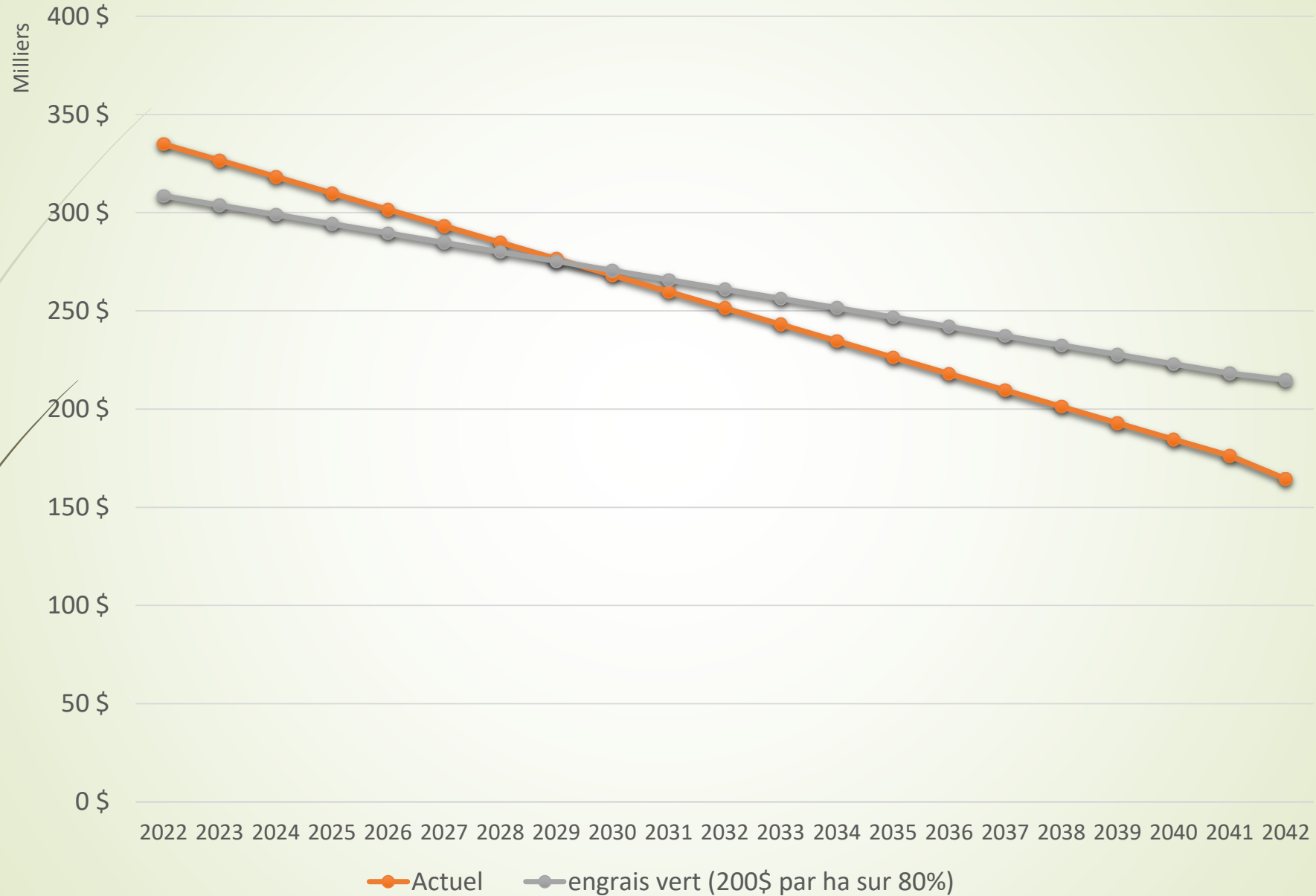
Valeur fonciere



engrais vert
(200\$ par ha
sur 80%) (2)



Profit net



engrais vert
(200\$ par ha
sur 80%) (2)



Implantations et couts d'un plan de conservation

Scénarios

Actuel (1)

engrais vert (200\$ par ha sur 80%) (2)

2 + Amendement (3)

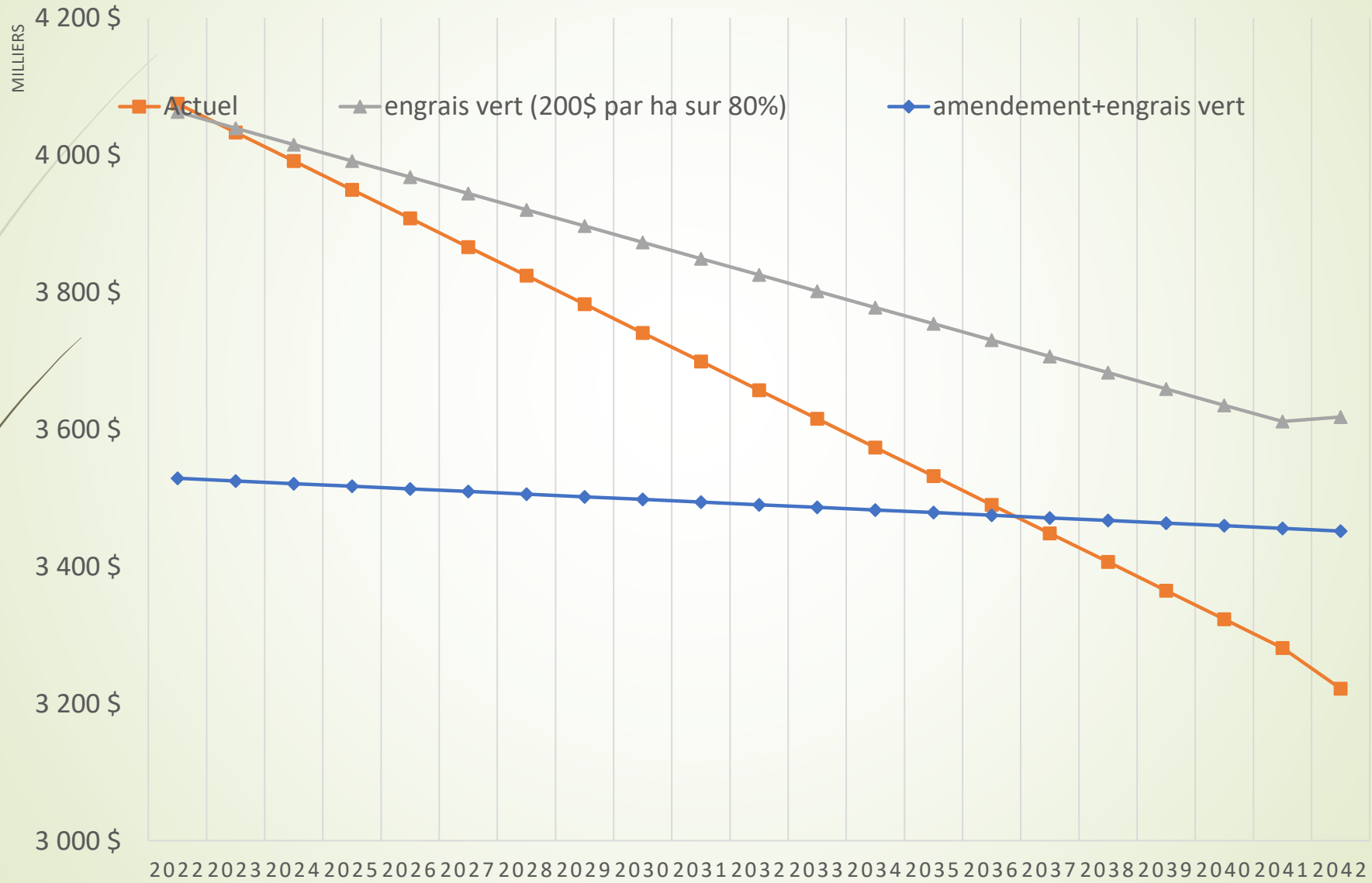
3 + haies des saules taillées et renouvelés
aux 6 ans (4)

4 + Restructuration et production de
biomasse sur surfaces minces (5)

4 + intervention spatialisée (50% des
surfaces) (6)

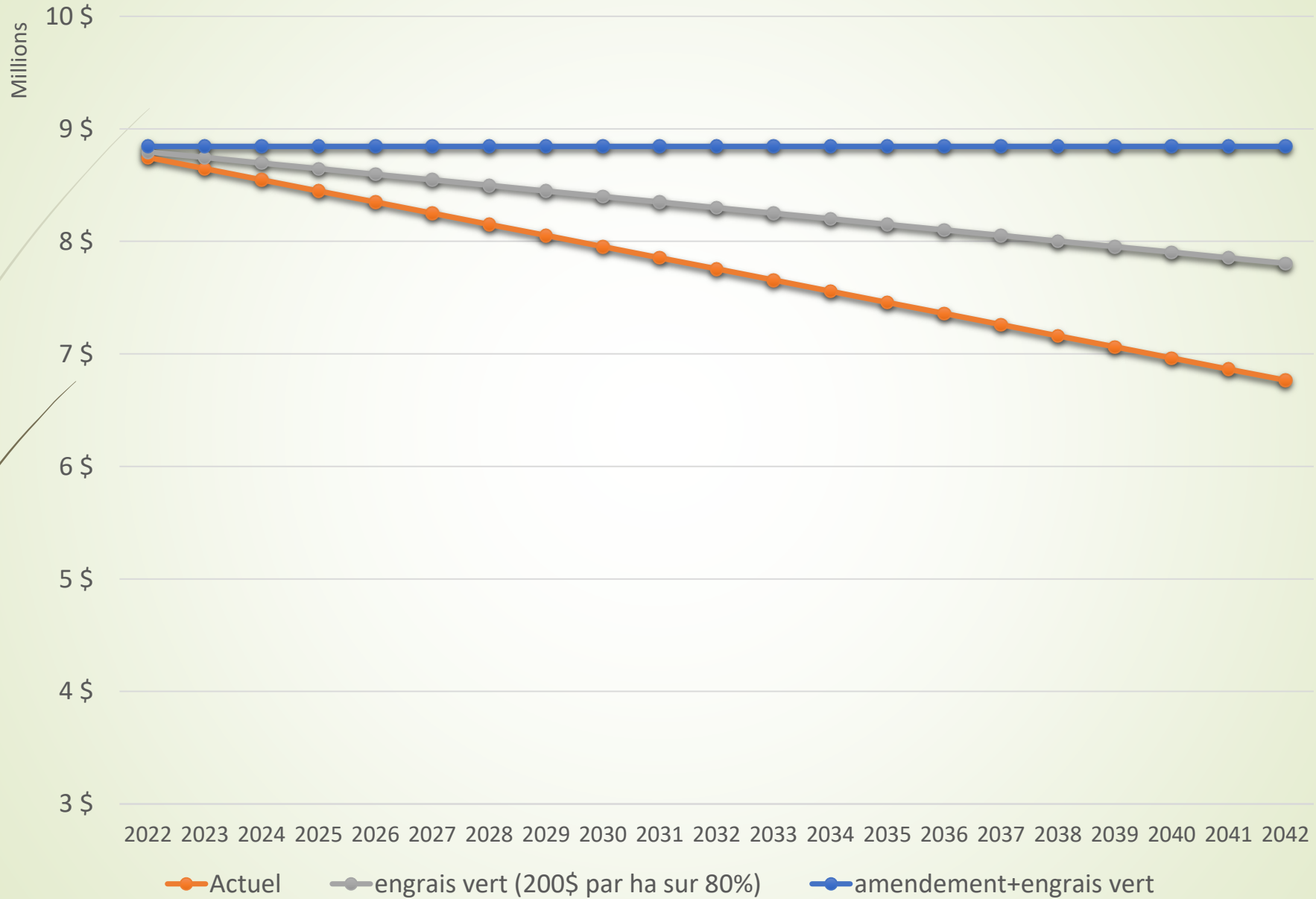
4 + irrigation (7)

REVENU BRUT - DEPENSES DE CONSERVATION (DOLLARS CONSTANTS)



Engrais verts+
Amendement

Valeur fonciere



Engrais verts+
Amendement

Implantations et couts d'un plan de conservation

Scénarios

Actuel (1)

engrais vert (200\$ par ha sur 80%) (2)

2 + Amendement (3)

3 + haies des saules taillées et renouvelés
aux 6 ans (4)

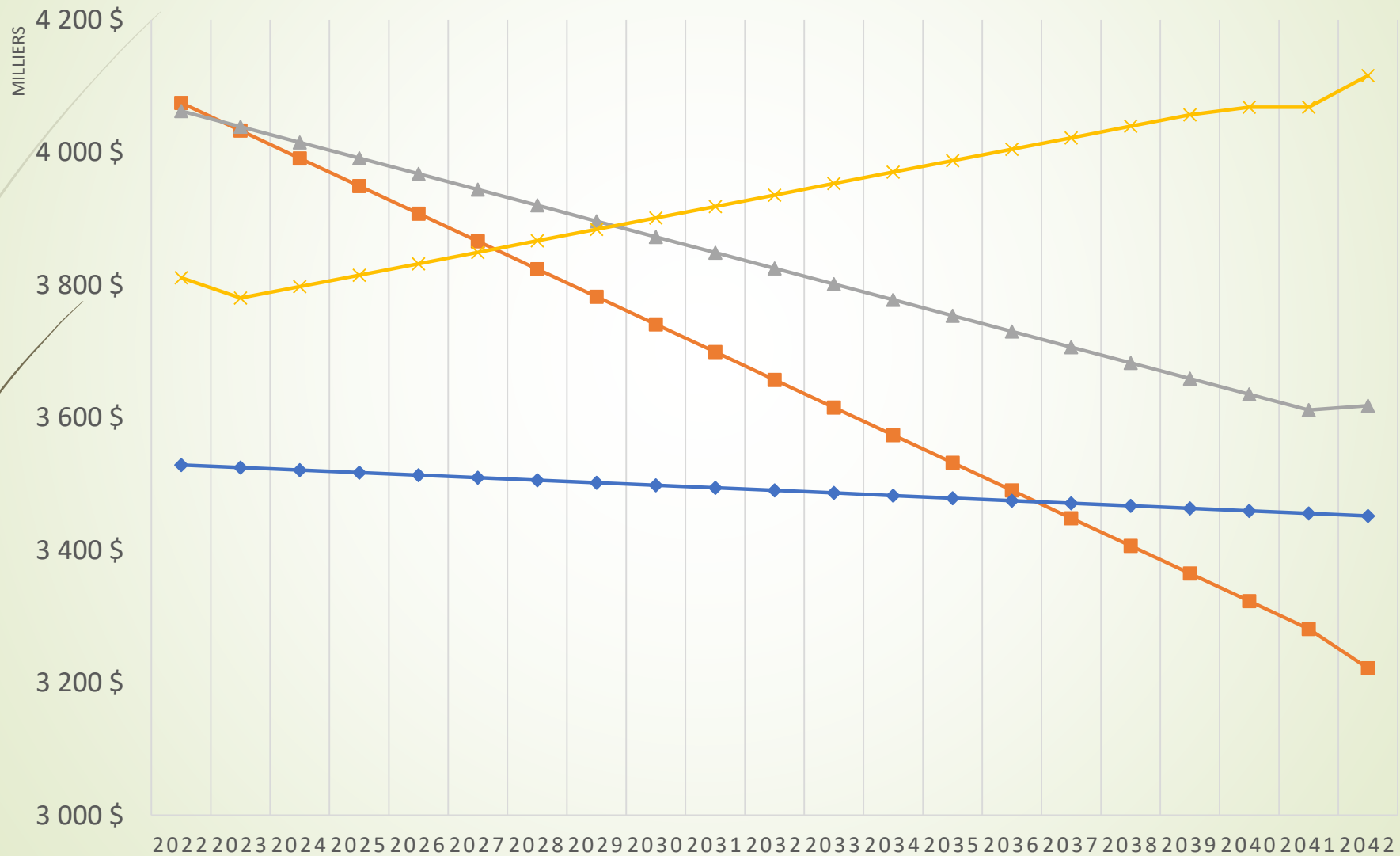
4 + Restructuration et production de
biomasse sur surfaces minces (5)

4 + intervention spatialisée (50% des
surfaces) (6)

4 + irrigation (7)

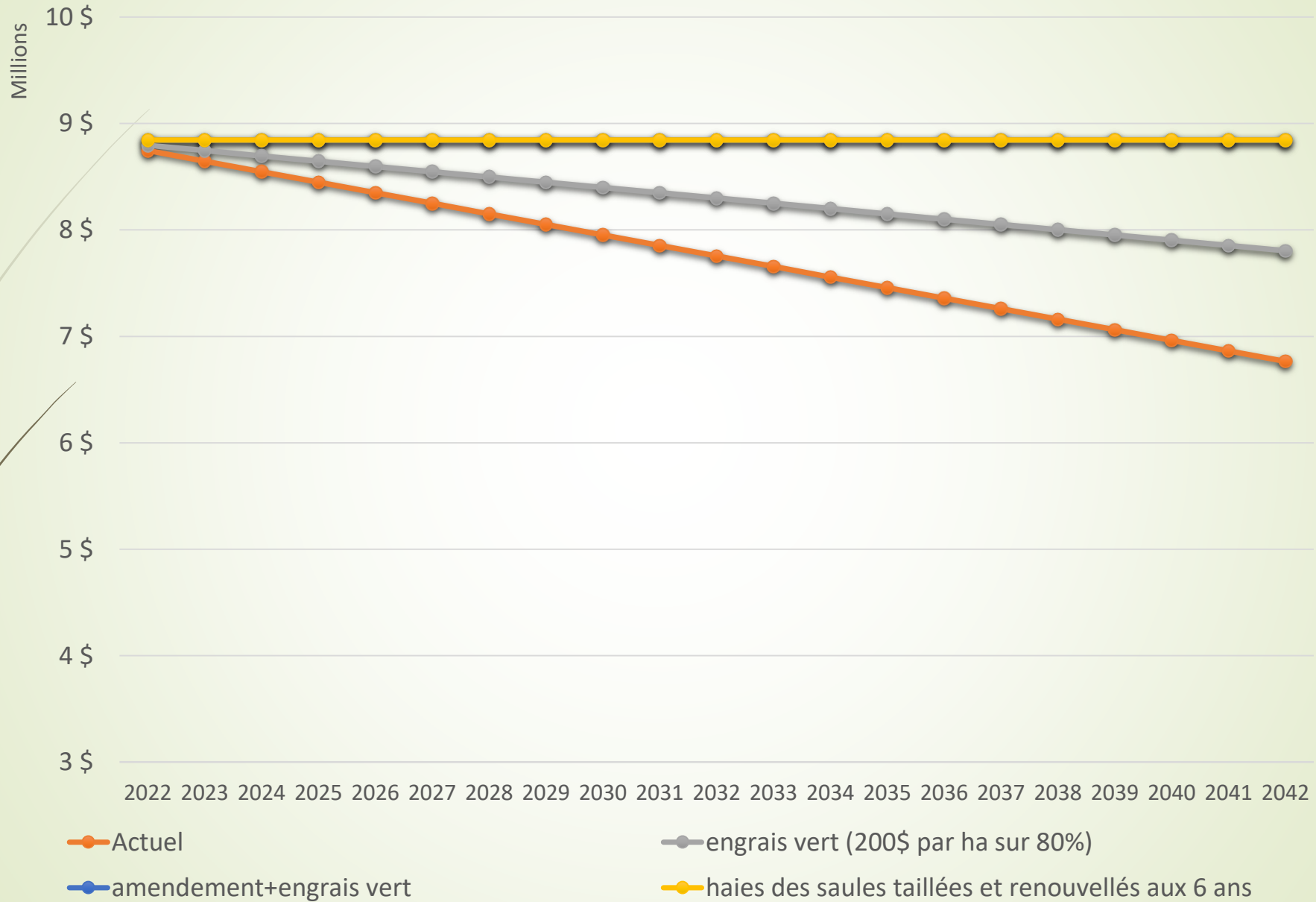
REVENU BRUT - DEPENSES DE CONSERVATION (DOLLARS CONSTANTS)

- Actuel
- engrais vert (200\$ par ha sur 80%)
- amendement+engrais vert
- haies des saules taillées et renouvelés aux 6 ans



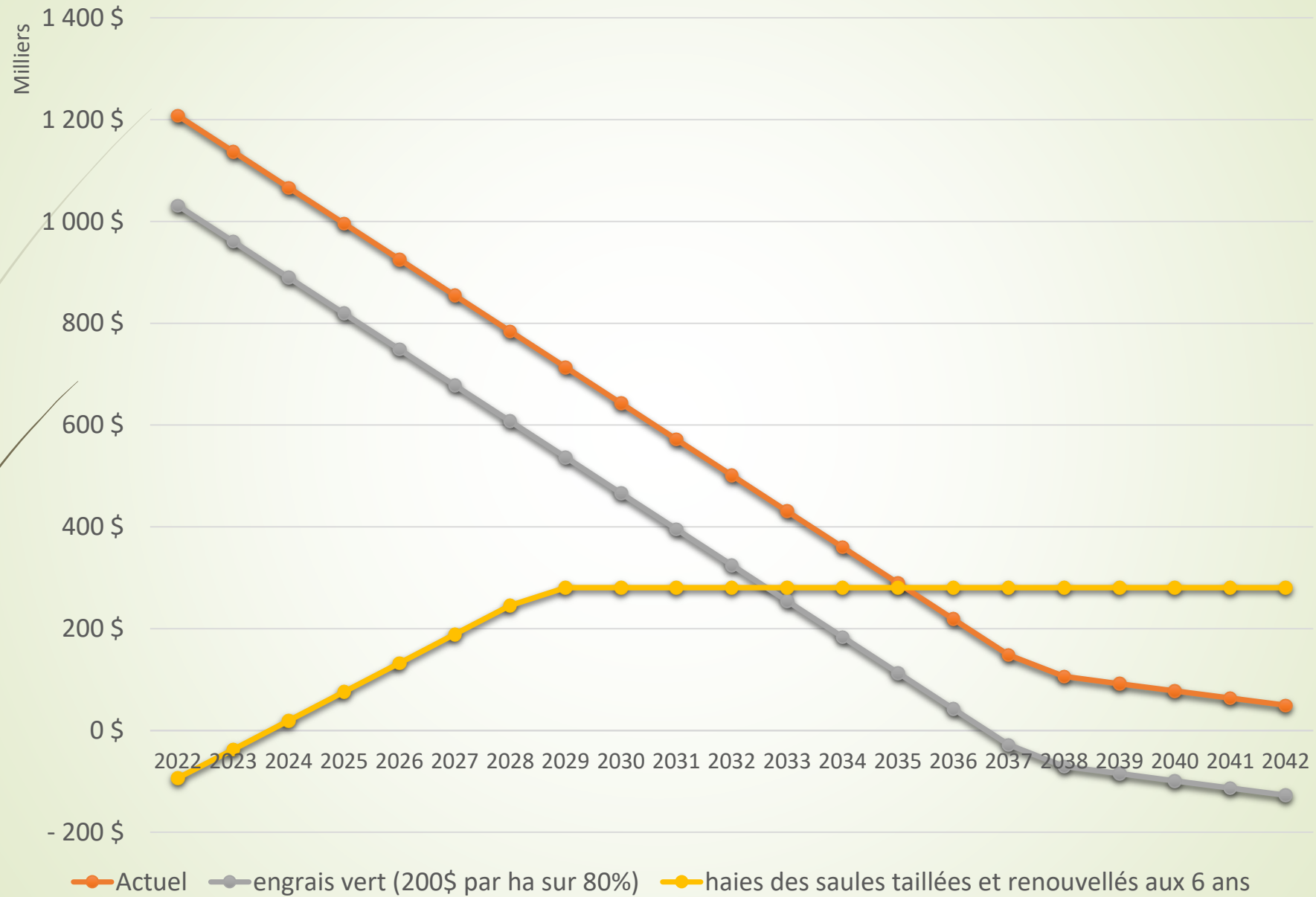
Engrais verts+
Amendement
+ haies de
saules

Valeur fonciere



Engrais verts+
Amendement
+ haies de
saules

Profit net



Engrais verts+
Amendement
+ haies de
saules

Implantations et couts d'un plan de conservation

Scénarios

Actuel (1)

engrais vert (200\$ par ha sur 80%) (2)

2 + Amendement + engrais vert (3)

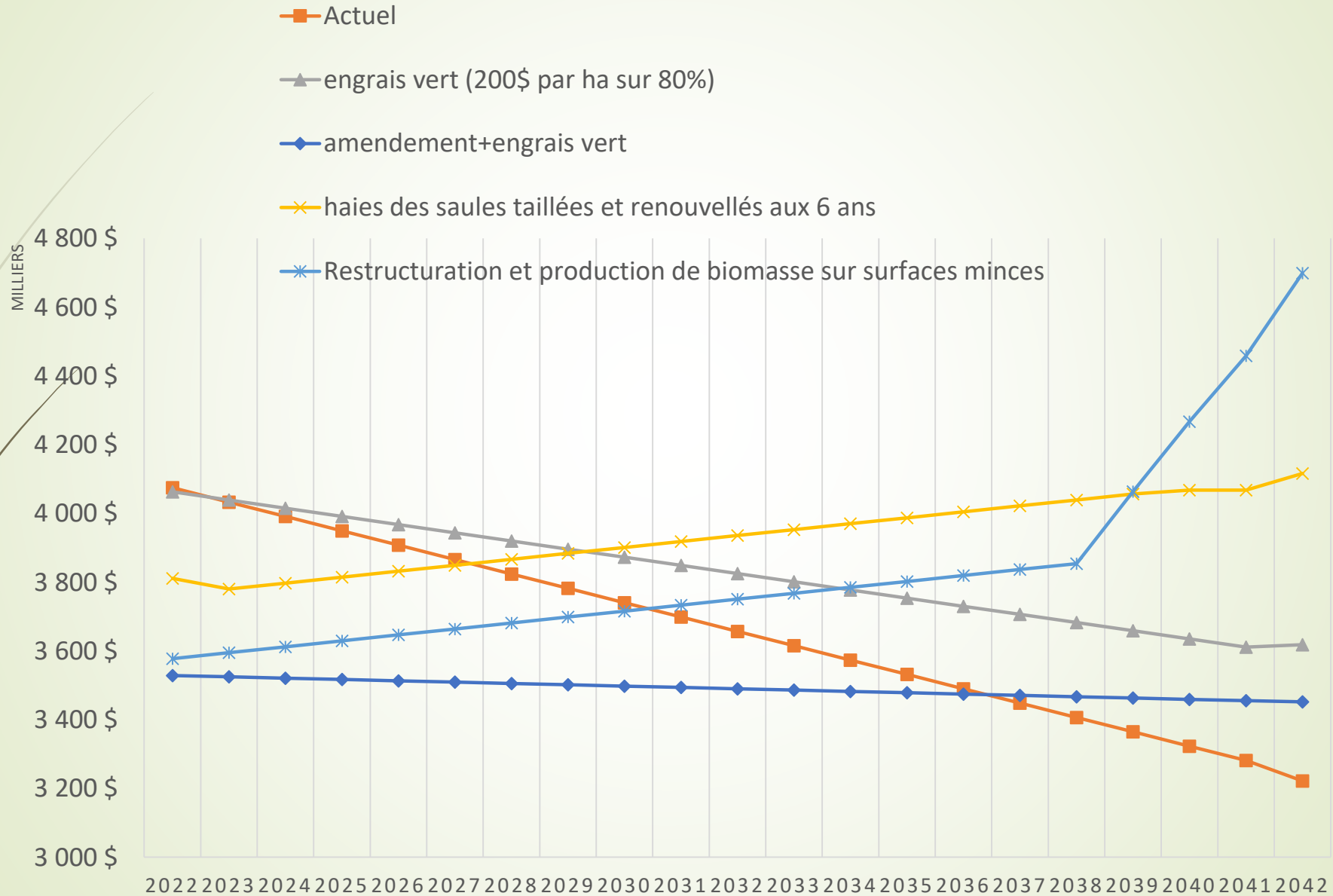
3 + haies des saules taillées et renouvelés
aux 6 ans (4)

4 + Restructuration et production de
biomasse sur surfaces minces (5)

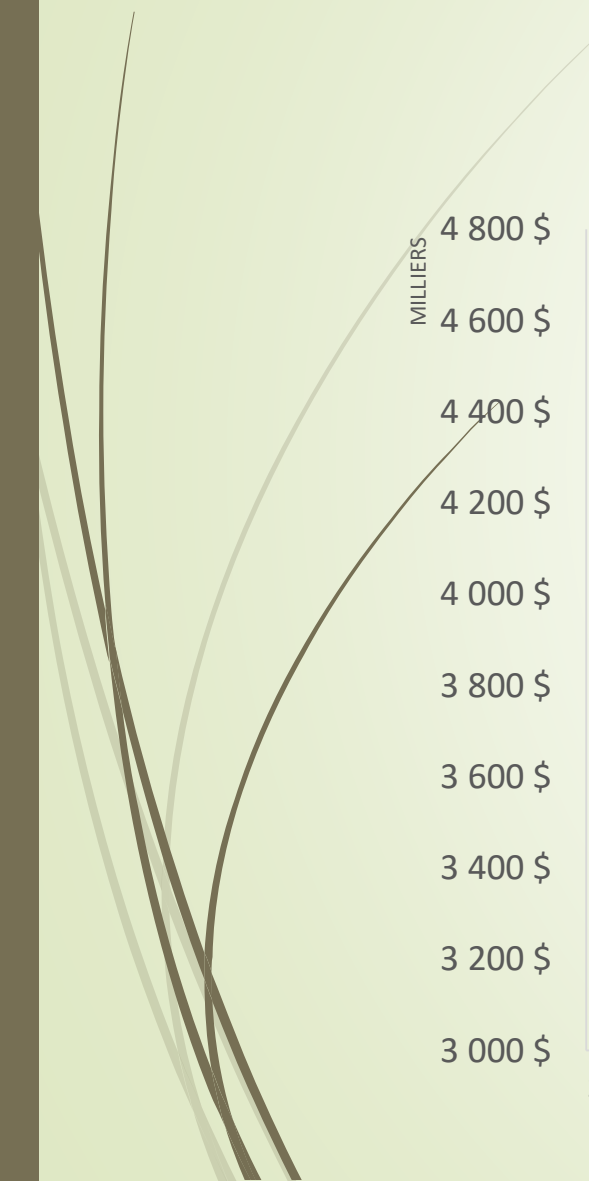
4 + intervention spécialisée (50% des
surfaces) (6)

4 + irrigation (7)

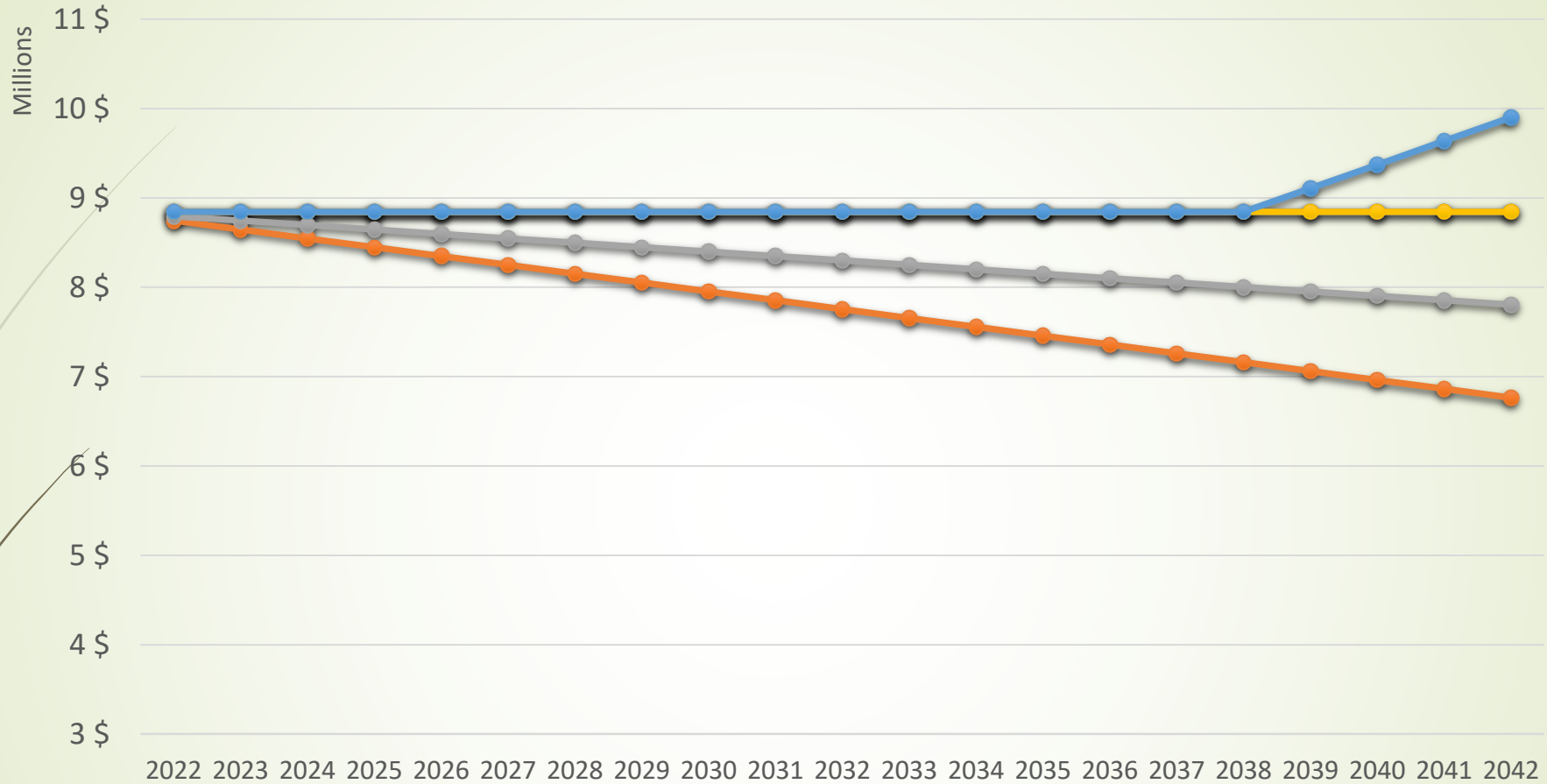
REVENU BRUT - DEPENSES DE CONSERVATION (DOLLARS CONSTANTS)



Engrais verts+
Amendement
+ haies de
saules +
restructuration



Valeur fonciere



Engrais verts+
Amendement
+ haies de
saules +
restructuration

- Actuel
- engrais vert (200\$ par ha sur 80%)
- amendement+engrais vert
- haies des saules taillées et renouvelés aux 6 ans
- Restructuration et production de biomasse sur surfaces minces

Implantations et couts d'un plan de conservation

Scénarios

Actuel (1)

engrais vert (200\$ par ha sur 80%) (2)

2 + Amendement + engrais vert (3)

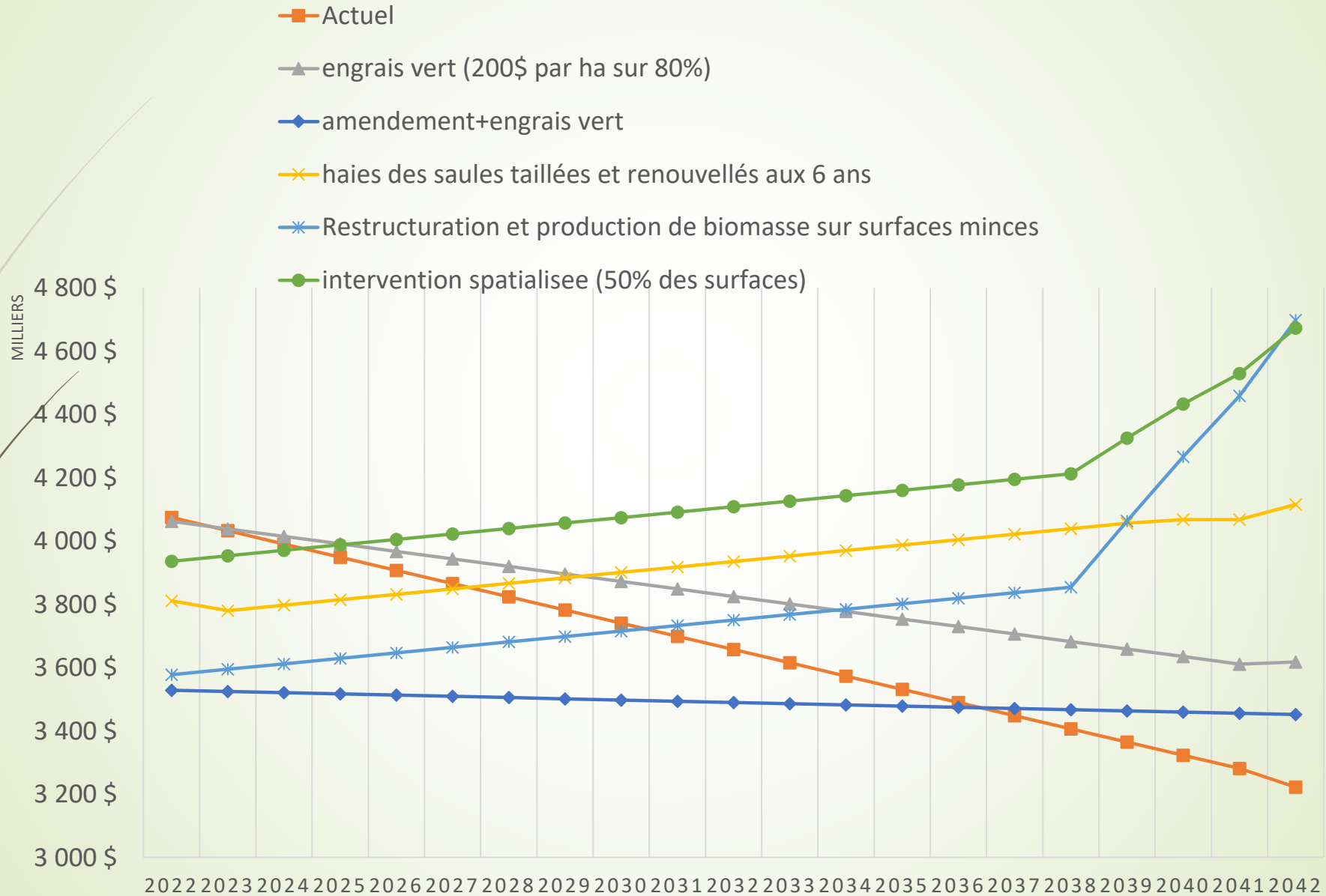
3 + haies des saules taillées et renouvelés
aux 6 ans (4)

4 + Restructuration et production de
biomasse sur surfaces minces (5)

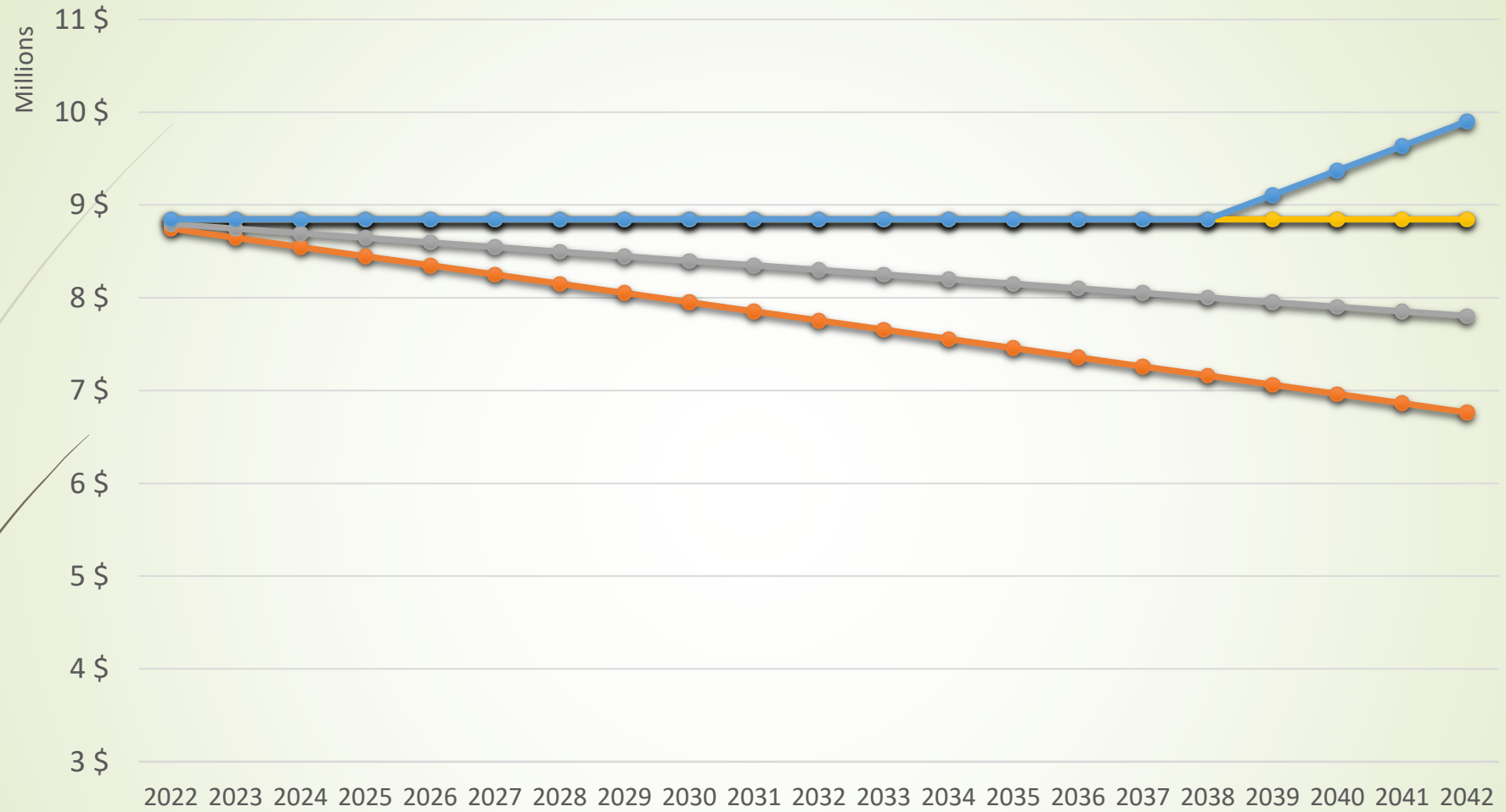
4 + intervention spécialisée (50% des
surfaces) (6)

4 + irrigation (7)

REVENU BRUT - DEPENSES DE CONSERVATION (DOLLARS CONSTANTS)



Valeur foncière



—●— Actuel

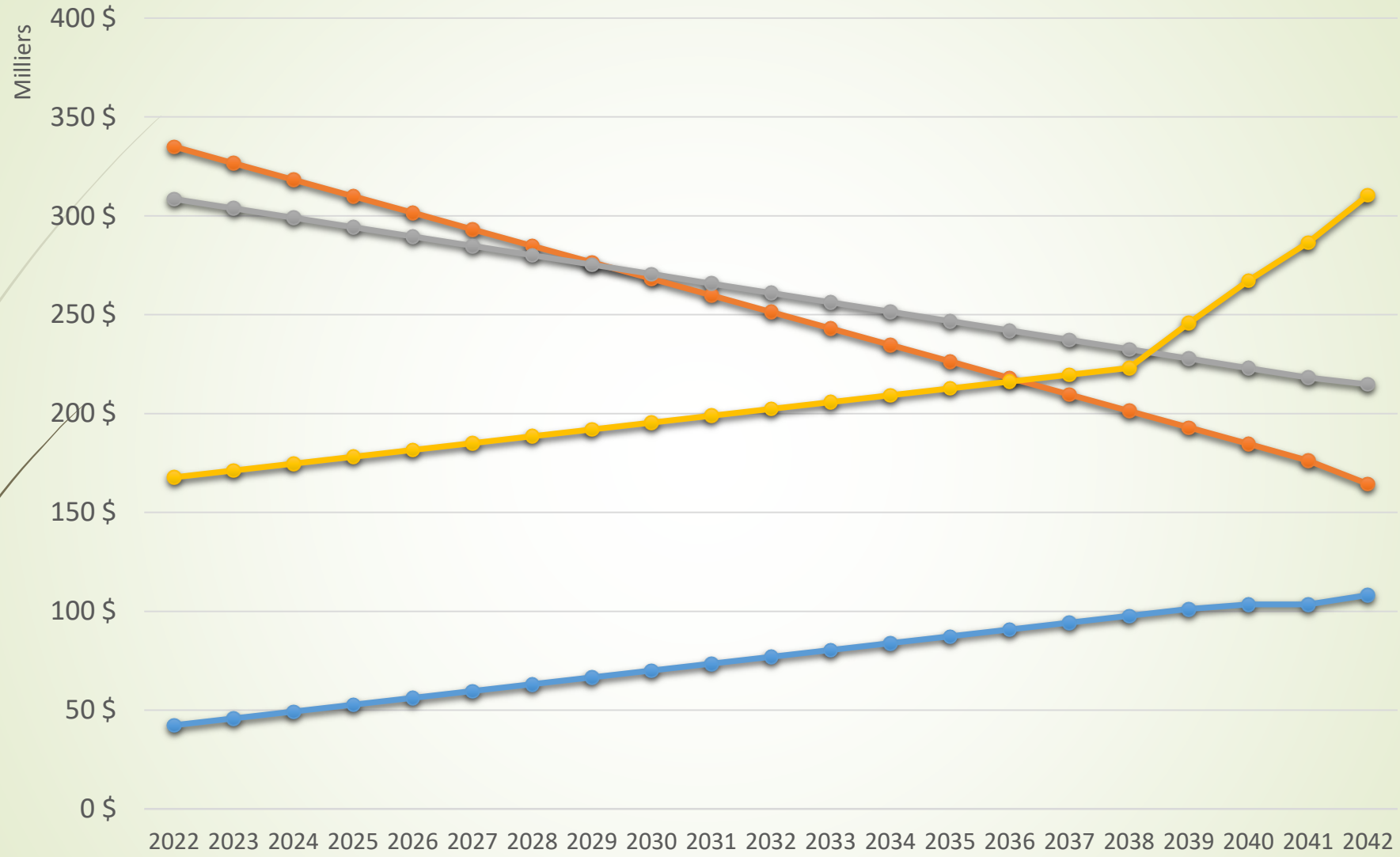
—●— engrais vert (200\$ par ha sur 80%)

—●— amendement+engrais vert

—●— haies des saules taillées et renouvelés aux 6 ans

—●— Restructuration et production de biomasse sur surfaces minces

Profit net



Engrais verts+
Amendement
+ haies de
saules +
restructuration

- Actuel
- engrais vert (200\$ par ha sur 80%)
- haies des saules taillées et renouvelés aux 6 ans
- intervention spatialisée (50% des surfaces)

Implantations et couts d'un plan de conservation

Scénarios

Actuel (1)

engrais vert (200\$ par ha sur 80%) (2)

2 + Amendement + engrais vert (3)

3 + haies des saules taillées et renouvelés
aux 6 ans (4)

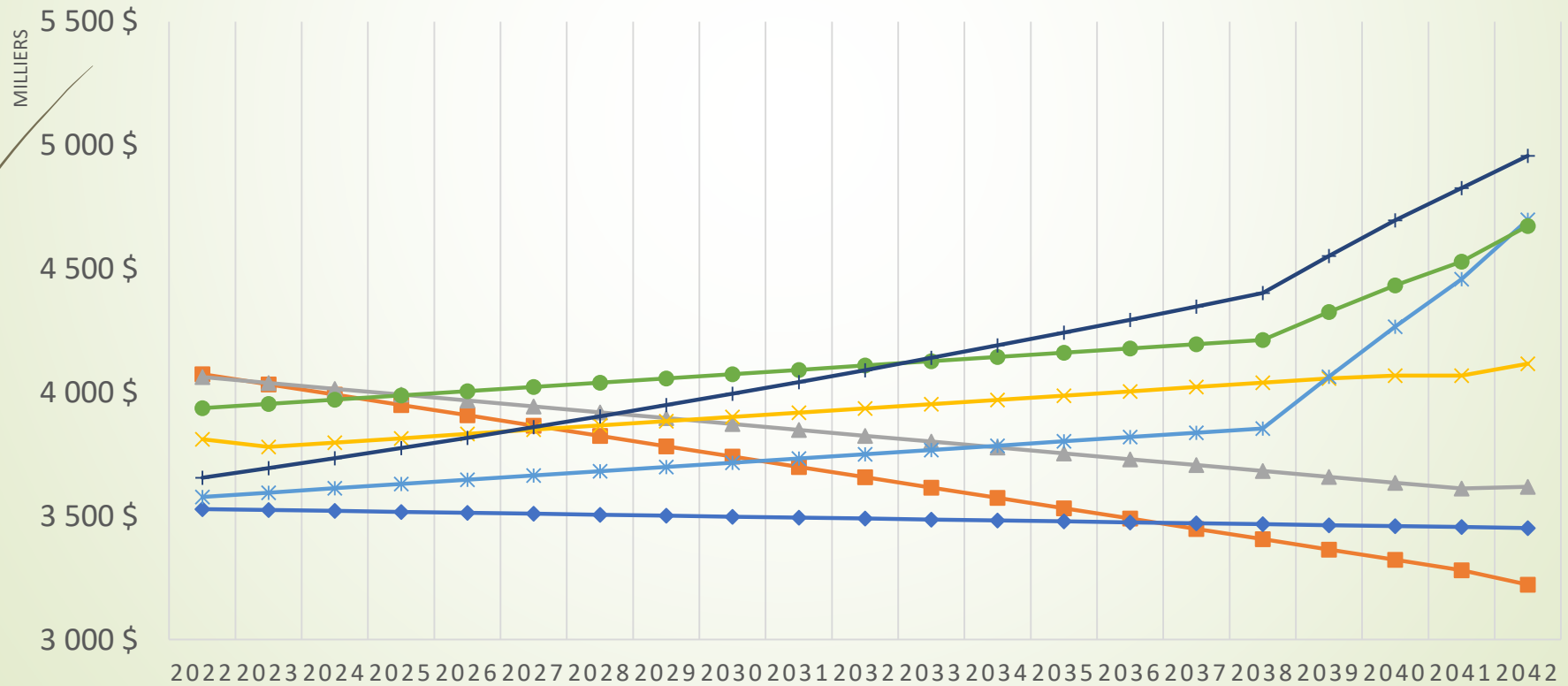
4 + Restructuration et production de
biomasse sur surfaces minces (5)

4 + intervention spécialisée (50% des
surfaces) (6)

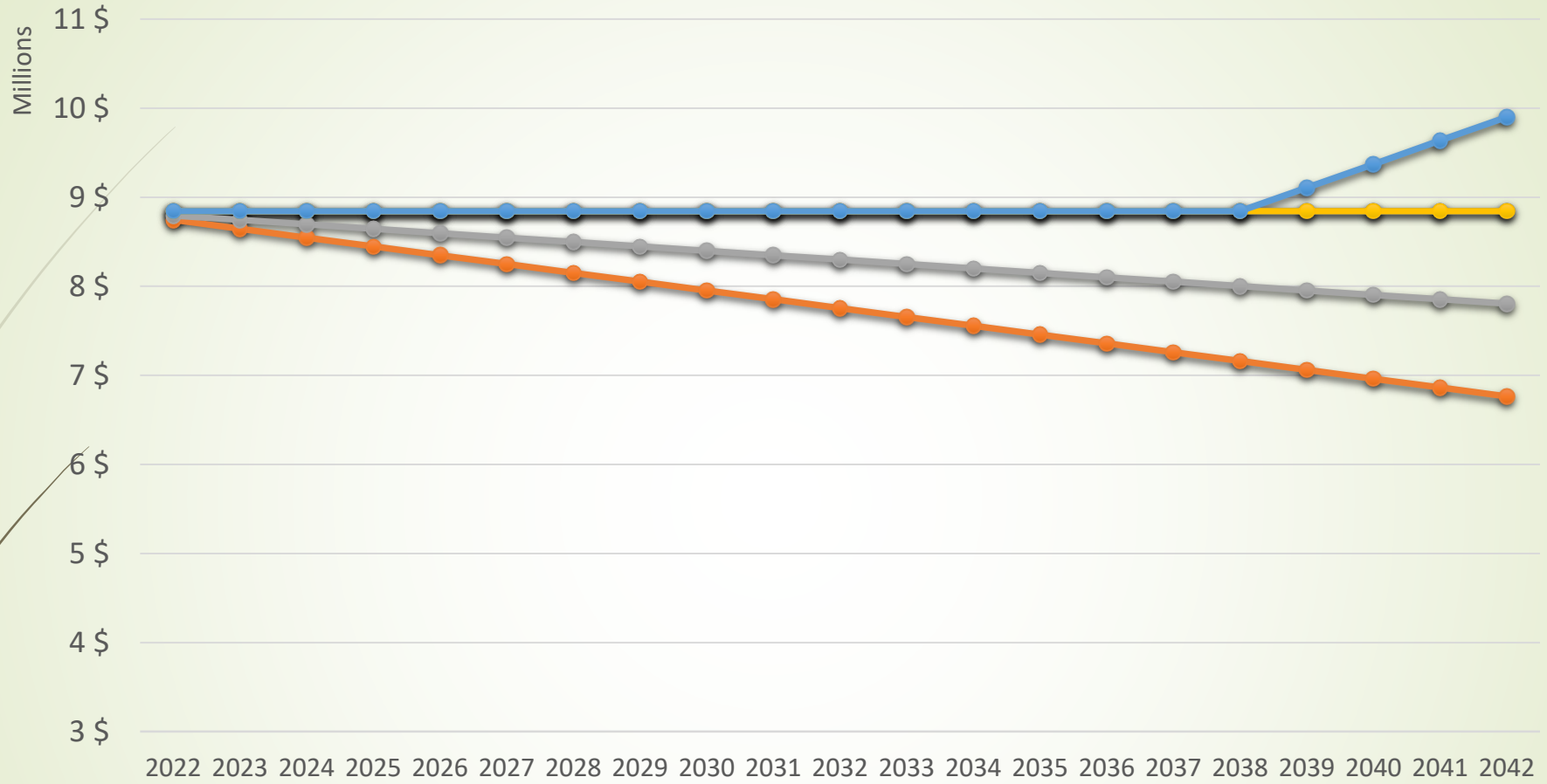
4 + irrigation (7)

REVENU BRUT - DEPENSES DE CONSERVATION (DOLLARS CONSTANTS)

- Actuel
- ▲— engrais vert (200\$ par ha sur 80%)
- ◆— amendement+engrais vert
- ×— haies des saules taillées et renouvelés aux 6 ans
- *— Restructuration et production de biomasse sur surfaces minces
- intervention spatialisée (50% des surfaces)
- +— Interventions avec irrigation spatialisée

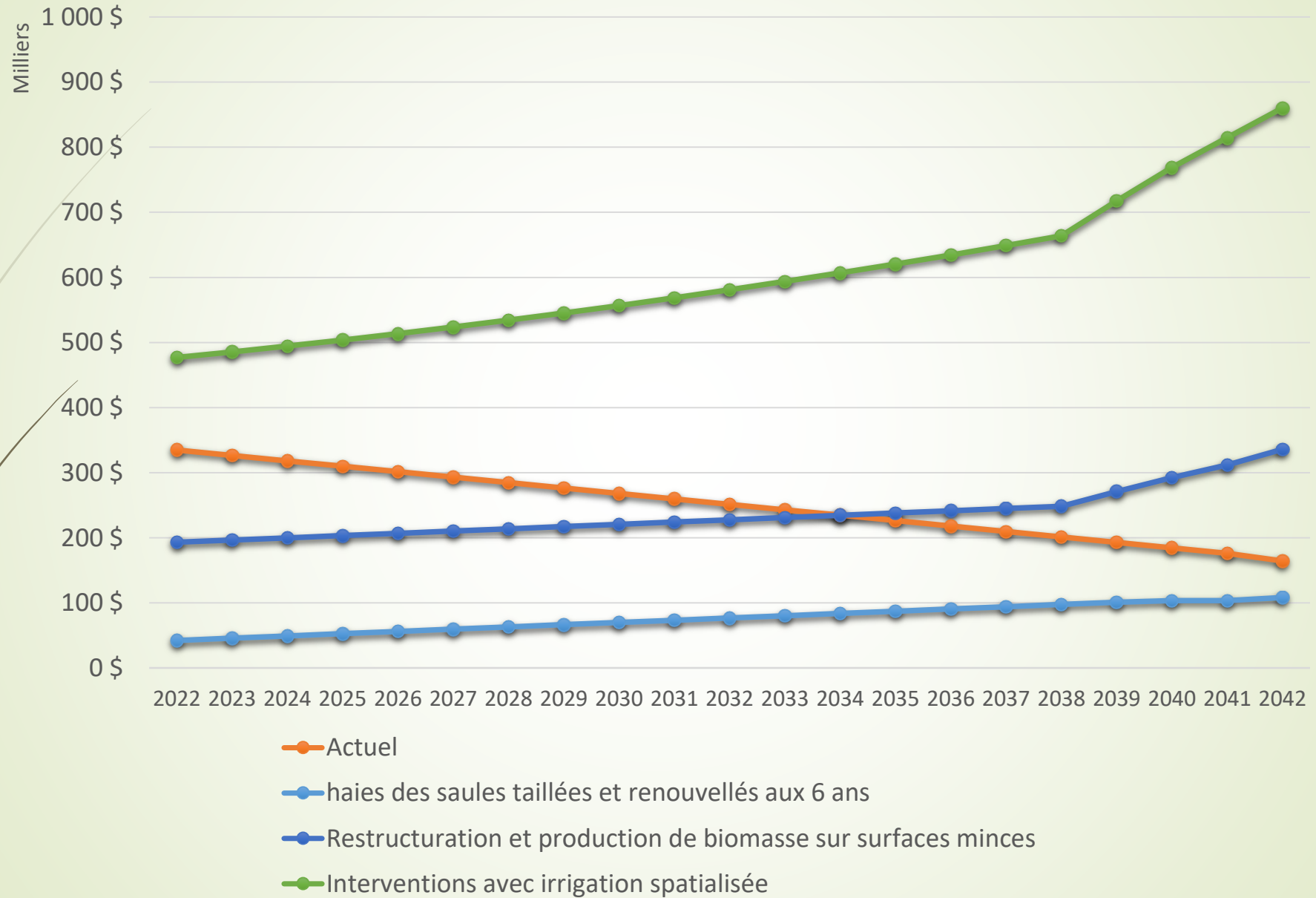


Valeur fonciere

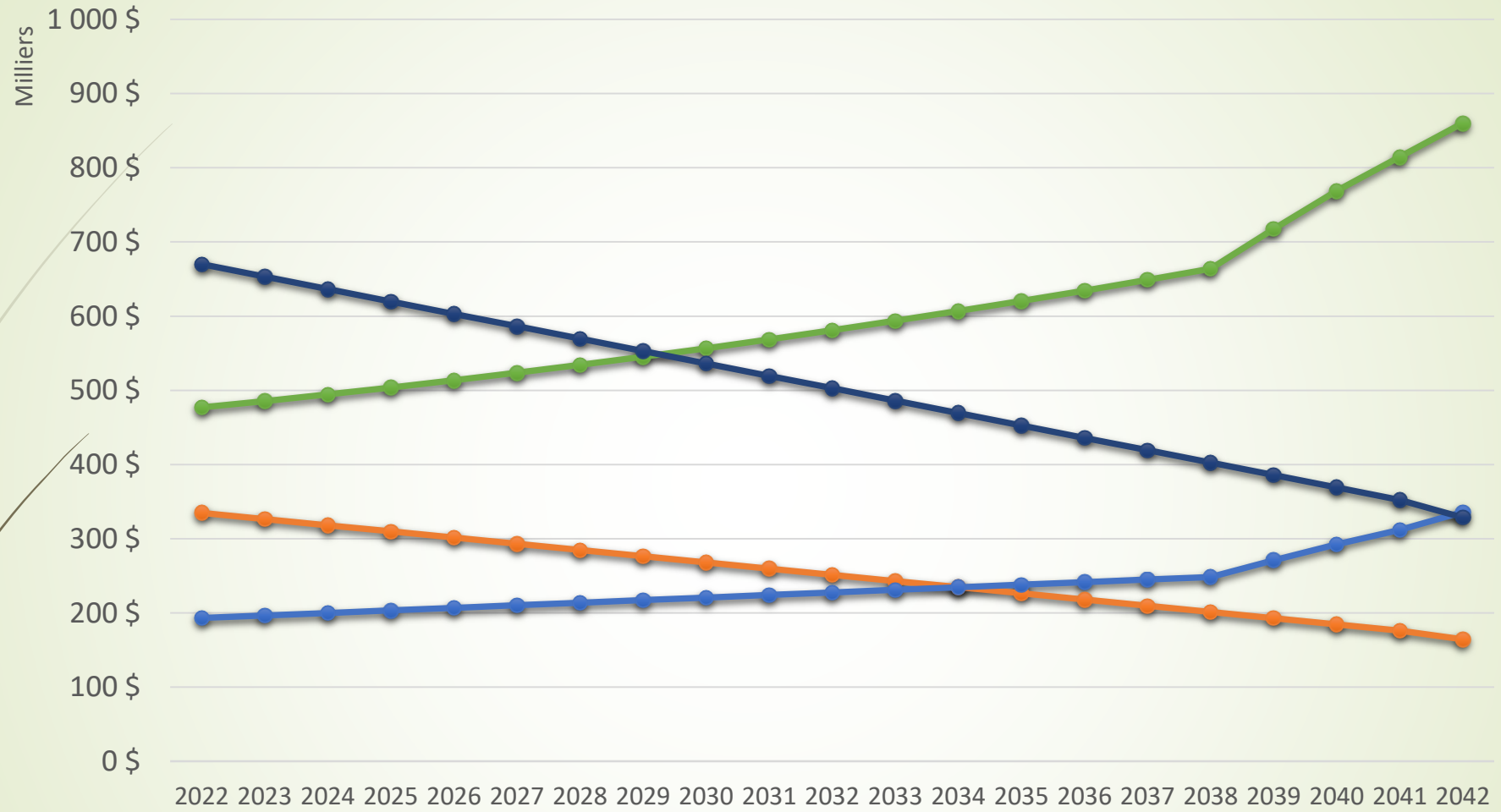


- Actuel
- engrais vert (200\$ par ha sur 80%)
- amendement+engrais vert
- haies des saules taillées et renouvelés aux 6 ans
- Restructuration et production de biomasse sur surfaces minces

Profit net



Profit net



- Actuel
- Restructuration et production de biomasse sur surfaces minces
- Interventions avec irrigation spatialisée
- actuel avec irrigation

Plan de la présentation

- Contexte
- Pourquoi un plan de conservation
- Facteurs de dégradation
- Solutions
- Conséquences financières
- Plan d'action: le plan de gestion des sols et ses coûts
- Comment réduire les coûts
- Recommandations
- Conclusions

Comment réduire les couts



- Continuer le diagnostic visuel et caractérisation (mesure de niveau, profondeur, profil de compaction, conductivité hydraulique saturée et non saturée, aération et diffusion des gaz, calcul d'espacement et de configuration de drainage)
- Prendre des outils d'optimisation: structure logicielle de gestion alimentée par ces données (Chaire à l'Université Laval) ou un service spécialisé interne ou externe
- Engrais verts (20 à 90%), brise vents
- Profils de compaction: rotations longues, sous solage, tranchées drainantes (53% des surfaces)
- Contrôle de nappe
- Amendements répétés
- Utiliser des informations à jour.: nouveau guide drainage (CRAAQ, 2021), brise-vents (2022) et guide de recommandation Agirrsol

On ne gère pas ce qu'on ne mesure pas! Lord Kelvin



Combien êtes-vous prêts à payer pour un service-conseil sur la santé physique du sol (visuelle, compaction, drainage, aération et rétention d'eau) ?
Choix de réponses:

Réponse à inscrire ici

- a) 0 \$, je le fais moi-même
- b) 10-15 \$/acre (25-38 \$/ha), une fois aux trois ans**
- c) 40-60 \$/acre (100-150 \$/ha), une fois aux 10 ans
- d) 100-150 \$/acre (250-370 \$/ha) lors du drainage donc pour 20 ans
- e) 100-150 \$/acre (250-370 \$/ha), une fois au 5 ans

Structure du projet (11,2 M\$)

Tester les solutions en serre et au laboratoire: amendements, contrôle de nappe, drainage

- Caractériser les zones d'intérêt pour cibler les zones d'intérêt
 - Tester et quantifier les solutions pour cibler les zones d'intérêt, lutte à l'érosion, réduction des intrants
 - Améliorer le plan de drainage (250-370\$ par ha)+ caractérisation: 250\$ par ha
 - Dresser un bilan des solutions
 - Bonifier l'outil de simulation avec des algorithmes robustes
- Drainage 3500 \$ par ha

Intégrer les connaissances dans un plan virtuel dynamique de gestion et de conservation (1.5 M\$)

Plan d'agriculture durable

On sous-estime la valeur du diagnostic de santé des sols

Financement à 75% aux utilisateurs pour du service conseil allant jusqu'à 2500\$ par an par client dans certaines régions.



Comment réduire les coûts

- **Maintenir les ressources dédiées à la caractérisation des sols et à la mise en place du plan de gestion pour faire les suivis annuels et pour spatialiser l'intervention (90 % d'efficacité avec 50 % de l'investissement)**
- Maintenir une technologie de mesure appropriée: GPS, niveau de nappe, mesure de conductivité hydraulique saturée et de courbe de rétention, suivi d'érosion avec des petits bâtons (discussion avec le CLD)
- Coupler la stratégie de conservation avec la gestion de l'eau (sols plus résilients, sols plus en mesure de retenir et de piéger l'eau de précipitations, contrôle de l'érosion par l'irrigation, etc.)
- Continuer la recherche sur l'optimisation de la production de biomasse et de la gestion des engrais verts (projets à venir avec Jacynthe Dessureault Rompre, Jonathan Lafond, Nicholas Lefebvre, Silvio Gumiere, Thiago Gumiere et +))
- Programme des plantations d'arbres et quantification des services écosystémiques

Élaborer et tester un arbre décisionnel d'intervention en conservation des sols et de l'eau

Chaire UL

1. Faire l'inventaire de départ: caractérisation des sols, schémas de l'utilisation, de la recirculation et de la répartition de l'eau, infrastructures en place
2. Comprendre et quantifier les facteurs de dégradation
3. Élaborer un diagnostic pour la gestion des sols et de l'eau
4. Générer des recommandations appropriées
5. Mettre en place un plan de conservation tenant compte de l'impact financier pour prioriser les interventions
6. Vérifier l'efficacité des recommandations en retournant faire des suivis (hauteur de sol, rabattement de la nappe phréatique, diffusion des gaz,...)

Plan de la présentation

- Contexte
- Pourquoi un plan de conservation
- Facteurs de dégradation
- Solutions
- Conséquences financières
- Plan d'action: le plan de gestion des sols et ses coûts
- Comment réduire les coûts
- Recommandations
- Conclusions

Recommandations

Agir pour maintenir la valeur foncière et la productivité

Le scénario avec engrais verts, amendements et petites haies de saule maintient la valeur foncière et améliore la productivité

La spatialisation génère des augmentations de profits nets de près de 100,000 \$ par année

Payant d'agir tôt

Maintenir les ressources humaines dédiées à la caractérisation des sols et à la mise en place du plan de gestion pour faire les suivis annuels

Maintenir une technologie de mesure appropriée: GPS, niveau de nappe, Ksat, courbe de rétention, tensiomètres, pénétromètre

La gestion de l'eau y joue un rôle central

Conclusions

- Il apparaît hautement bénéfique à court terme (2-3 ans) de mettre en place un plan de conservation.
- Celui-ci permettra de maintenir les profits nets sur l'horizon d'investissement
- L'augmentation de productivité totale demanderait toutefois des investissements importants dans l'amélioration des sols minces, qui se traduiront par une augmentation importante de la valeur foncière des surfaces en production et des profits nets de l'entreprise à long terme.
- **Mise en garde:** ce cas hypothétique permet d'illustrer les grandes tendances et la pertinence de la conservation des sols. Elle ne peut en aucun cas être interprétée comme une recommandation agronomique spécifiques à une entreprise

Remerciements

Merci

Pour votre présence et votre soutien constant,
À tous les membres de l'équipe de recherche
Aux partenaires de recherche





UNIVERSITÉ
LAVAL

A festive winter street scene with snow, lights, and people. The street is covered in snow and decorated with warm white lights and garlands. In the foreground, there are large, snow-covered evergreen trees. In the background, several people are walking on the snow-covered sidewalk. The overall atmosphere is cozy and celebratory.

JOYEUSES
FÊTES!

Questions Commentaires

