

# RETScreen® International

Centre d'aide à la décision  
sur les énergies propres

## e-Formation

Module de formation  
NOTES DU FORMATEUR

### ANALYSE DE PROJETS D'ÉNERGIES PROPRES AVEC LE LOGICIEL RETSCREEN

#### COURS D'ANALYSE DE PROJETS D'ÉNERGIES PROPRES

Ce document donne la transcription de la présentation orale (voix et acétates) pour ce module de formation et peut être utilisé comme notes du formateur. Le matériel de formation est disponible gratuitement sur le site Web du Centre d'aide à la décision sur les énergies propres RETScreen® International : [www.retscreen.net](http://www.retscreen.net).

Support à la clientèle  
RETScreen®

[www.retscreen.net](http://www.retscreen.net)  
[rets@nrcan.gc.ca](mailto:rets@nrcan.gc.ca)  
+1-450-652-5177  
+1-450-652-4621

This publication is also  
available in English.

Centre de la technologie  
de l'énergie de CANMET  
- Varennes (CTEC)

En collaboration avec:



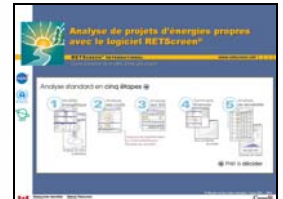
#### Exonération

Cette publication, diffusée à des fins uniquement didactiques, ne reflète pas nécessairement le point de vue du gouvernement du Canada et ne constitue en aucune façon une approbation des produits commerciaux ou des personnes qui y sont mentionnées, quels qu'ils soient. De plus, pour ce qui est du contenu de cette publication, le gouvernement du Canada, ses ministres, ses fonctionnaires et ses employés ou agents n'offrent aucune garantie et n'assument aucune responsabilité.

© Ministre de Ressources  
naturelles Canada 2002 - 2005.

#### ACÉTATE 1 : Analyse de projets d'énergies propres avec le logiciel RETScreen®

Cet exposé permet de présenter les 5 étapes typiques utilisées par RETScreen pour analyser la faisabilité technique et économique d'un projet potentiel d'énergie propre.



Acétate 1

#### ACÉTATE 2 : Objectifs

Cette présentation vise 3 objectifs : d'abord de montrer l'intérêt de procéder à une analyse préliminaire de faisabilité dans le cadre d'un projet d'énergie propre, ensuite de montrer comment le logiciel RETScreen permet de réaliser de telles analyses, et enfin comment RETScreen facilite l'identification et l'évaluation de projets potentiels.



Acétate 2

#### ACÉTATE 3 : Processus de réalisation d'un projet dans le secteur de l'énergie

La réalisation d'un projet énergétique typique nécessite un processus en plusieurs étapes. En amont de ce processus se situe l'analyse préliminaire de faisabilité ou analyse de pré-faisabilité. Cette étape rapide et approximative doit permettre de savoir si un projet peut être réalisable et a des chances d'être rentable. En gros, on doit déterminer si le projet envisagé mérite qu'on y porte plus d'attention. Si oui, on procède alors à une étude de faisabilité qui reprend avec plus de soin l'analyse précédente et exige donc plus d'efforts pour estimer les coûts et les bénéfices du projet. Si l'intérêt du projet est confirmé, on passe alors à l'étape de conception et d'ingénierie. Pour les grands projets, cette



Acétate 3



Ressources naturelles  
Canada

Natural Resources  
Canada

Canada

ACÉTATE 3 : **Processus de réalisation d'un projet dans le secteur de l'énergie (suite)**

étape comprend des activités de développements, c'est-à-dire les ententes de financements du projet et l'obtention de tous les permis nécessaires à sa réalisation. C'est seulement ensuite que l'on passe à la construction puis à la mise en service du projet.

Au milieu des années 90, on s'est rendu compte que l'on disposait de nombreux outils d'aide à la conception de projets d'énergies propres mais que ces technologies n'étaient toujours pas prises en considération aux étapes préliminaires d'un projet. Malheureusement, si on ne considère pas la possibilité d'utiliser une technologie d'énergie propre dès l'étude préliminaire de faisabilité d'un projet, il est fort improbable que l'on puisse l'adopter plus tard.

RETScreen International s'est concentré sur l'élimination de cette barrière, contribuant ainsi à bâtir les assises du développement durable.

ACÉTATE 4 : **Questions**

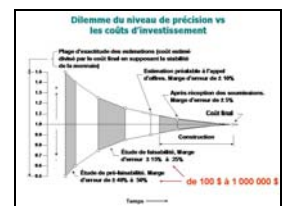
Les deux questions de cette page illustrent la contradiction à laquelle on se trouve souvent confronté aux étapes préliminaires d'un projet. D'un côté on désire pouvoir estimer les coûts et les bénéfices d'un projet avec le plus de précision possible, de manière à pouvoir prendre une décision avec le moins de risque possible sur l'intérêt de continuer ou non à investir dans le projet. Mais de l'autre côté, on aimerait pouvoir répondre à cette question en dépensant le moins de temps et d'argent possible, afin de minimiser les pertes s'il s'avère que le projet n'est pas rentable.



Acétate 4

ACÉTATE 5 : **Dilemme du niveau de précision vs les coûts d'investissement**

Ce dilemme est illustré par ce graphique, tiré d'une étude de la Banque mondiale, qui fait une rétrospective de projets hydroélectriques. Au début d'un projet, l'estimation des coûts finaux d'un projet est très imprécise mais il n'y a encore que très peu d'investissements engagés dans le projet, avec cette estimation. Au cours du projet, on est en mesure de connaître avec de plus en plus d'exactitude quel en sera le coût final, mais il a fallu pour cela investir plus de ressources dans des études et analyses. Une étude préliminaire de faisabilité permet de prédire le coût final d'un projet à plus ou moins 40 à 50 %. C'est seulement lorsqu'on a terminé l'ingénierie détaillée du projet et qu'on en arrive à l'étape des appels d'offres que l'on connaîtra à 10 % près le coût réel du projet.



Acétate 5

ACÉTATE 6 : **Quand faut-il évaluer un projet d'énergie propre?**

Pour répondre rapidement à cette question, on devrait dire qu'il faut envisager la possibilité d'implanter des mesures d'efficacité énergétique et d'utiliser des énergies renouvelables toutes les fois que l'on doit combler des besoins d'électricité, de chaleur ou de froid. Si le projet énergétique fait partie d'un projet de construction, il sera plus facile de l'implanter en même temps que la construction du bâtiment ou lors d'importants travaux de réhabilitation. Un coût élevé des sources d'énergies classiques rendra un projet d'énergies propres plus rentable. Comme les énergies propres sont encore mal connues, leur adoption est ralentie par des craintes et de la résistance. Il est donc impor-



Acétate 6



ACÉTATE 6 : **Quand faut-il évaluer un projet d'énergie propre? (suite)**

tant que les décideurs se montrent intéressés par le projet et qu'ils s'y impliquent vraiment. Enfin, il faut veiller suffisamment tôt dans le projet qu'il n'y aura pas de problèmes à obtenir tous les permis et les approbations nécessaires et ce à un coût raisonnable. Comme les projets d'énergies propres nécessitent généralement des investissements plus importants, on doit disposer d'un capital et du financement suffisants. Dans le cas des énergies renouvelables, c'est la disponibilité de la ressource ou la fiabilité de l'approvisionnement qui devront être évaluées en priorité lors de l'analyse préliminaire de faisabilité.

ACÉTATE 7 : **Facteurs affectant la rentabilité d'un projet (exemple de l'éolien)**

Quels sont les facteurs qui peuvent affecter la viabilité d'un projet? Prenons l'exemple d'un projet éolien. Plusieurs facteurs doivent absolument être abordés dans une étude de faisabilité, même préliminaire. Le plus important est, bien sûr, la disponibilité de la ressource énergétique. Dans notre cas, il s'agira de la vitesse moyenne annuelle des vents. Le rendement des équipements est ensuite un facteur important qui s'applique à tous les projets, y compris les mesures d'efficacité énergétique. Dans le cas des éoliennes, il s'agira de la courbe de puissance en fonction de la vitesse du vent. Le coût initial du projet est déterminant, de même que tous les crédits qui peuvent contribuer à diminuer le coût initial du projet en comparaison des coûts du projet de référence classique qu'il faudrait réaliser si le projet étudié n'est pas concrétisé. Il ne faut pas oublier les frais annuels d'exploitation et les coûts périodiques de remplacement ou d'entretien de certaines parties du projet. D'autres facteurs entrent en ligne de compte et sont abordés dans la diapositive suivante.



Acétate 7

ACÉTATE 8 : **Facteurs affectant la rentabilité d'un projet (exemple de l'éolien) - suite**

Voici les autres facteurs qui peuvent influencer la viabilité d'un projet d'énergies propres, dans notre cas, un projet éolien. Un facteur important est le coût évité en énergie classique, c'est-à-dire la valeur au marché de chaque unité d'énergie produite ou des économies d'énergie générées par le projet. Dans notre cas, il s'agirait du prix auquel peut être vendue l'électricité produite par les éoliennes. Dans le cas d'un projet de combustion de la biomasse, il s'agira du coût unitaire de l'énergie classique qu'il aurait fallu utiliser, par exemple du gaz naturel. Les paramètres caractérisant le financement disponible auront une influence sur la rentabilité du projet, notamment le ratio d'endettement, la durée sur laquelle l'emprunt pourra être remboursé et le taux d'intérêt. Il ne faut pas oublier les taxes sur les équipements et les impôts à déduire des revenus ou des économies réalisées. L'intérêt du projet pourra également différer selon l'impact environnemental de la source classique d'énergie que l'on évite d'utiliser. Par exemple : le projet aura plus d'impact si on évite l'utilisation de charbon sale plutôt que de gaz naturel. Cela signifie que les éventuels crédits pour production d'énergies « vertes » seront potentiellement plus intéressants, de même que les crédits pour réduction d'émissions de gaz à effet de serre ou d'autres subventions qui doivent être prises en compte dans l'analyse.



Acétate 8

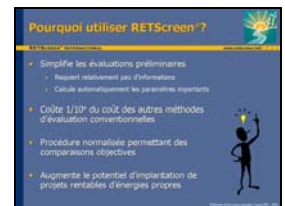
ACÉTATE 8 : **Facteurs affectant la rentabilité d'un projet (exemple de l'éolien) - suite**

Toutes ces considérations doivent faire partie de l'analyse qui déterminera si un projet d'énergies propres est viable ou non. Il faut également ne pas oublier que des décideurs différents peuvent avoir des critères différents pour décider si un projet est rentable ou non; il n'y a donc pas de critères universels. Pour certains, c'est le temps de retour sur investissement qui devra être inférieur à un certain nombre d'années, pour d'autres, c'est le taux de rendement interne qui devra excéder un seuil de rentabilité, d'autres encore voudront connaître le prix de revient de chaque unité d'énergie produite.

On voit donc que l'évaluation de la rentabilité d'un projet dépend de beaucoup d'autres paramètres et qu'elle peut être présentée sous différentes formes.

ACÉTATE 9 : **Pourquoi utiliser RETScreen®?**

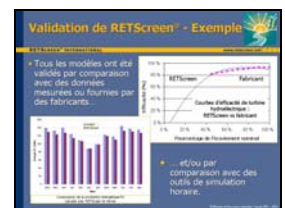
En utilisant RETScreen, on a un moyen de se sortir du dilemme de choisir entre la précision de l'analyse et l'investissement que l'on doit conserver. RETScreen aide les utilisateurs à déterminer rapidement et simplement dès les toutes premières étapes d'un projet d'énergies propres si celui-ci mérite que l'on y consacre plus d'efforts ou non, avant d'amorcer des études d'ingénierie et de développement. RETScreen prend en compte tous les facteurs que l'on a évoqués dans les deux diapositives précédentes et présente les résultats de l'analyse financière sous forme d'analyse des coûts globaux du projet sur son cycle de vie, ce qui permet de réaliser une juste comparaison entre les technologies d'énergies propres et leurs pendants conventionnels. En facilitant le processus d'analyse de projets d'énergies propres, RETScreen encourage une prise en compte plus généralisée de ces technologies, ce qui augmente le nombre de projets qui sera effectivement réalisé.



Acétate 9

ACÉTATE 10 : **Validation de RETScreen® - Exemple**

Un autre avantage de RETScreen en comparaison des analyses sur mesures ou réalisées de manière individuelle, est que l'on s'est assuré que le modèle sous-jacent est suffisamment précis et que ses résultats sont compatibles à ceux de l'analyse financière. Les résultats de chacun des différents modèles de RETScreen ont fait l'objet de nombreuses comparaisons à ceux d'autres outils reconnus de simulation mais aussi aux caractéristiques des équipements publiées par leurs fabricants et aux données obtenues sur des projets réels complétés.

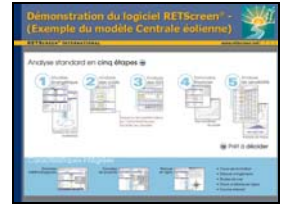


Acétate 10



**ACÉTATE 11 : Démonstration du logiciel RETScreen® - (Exemple du modèle Centrale éolienne)**

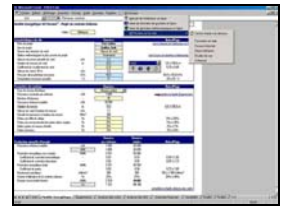
Un aperçu du modèle RETScreen va permettre de donner une bonne idée de ses capacités et de la façon de l'utiliser. Cette illustration montre l'approche en cinq étapes de RETScreen. En premier, un modèle énergétique permet de calculer les bénéfices énergétiques du projet à l'étude en comparaison d'un projet de référence conventionnel. Deuxièmement, on calcule les coûts additionnels propres au projet d'énergies propres. Troisièmement, on peut utiliser un modèle optionnel de calcul des réductions d'émissions de gaz à effet de serre, grâce au projet proposé. La quatrième étape est constituée d'une feuille de calcul qui résume l'ensemble des indicateurs financiers permettant d'évaluer si le projet est rentable ou non. La dernière étape est constituée des analyses de sensibilité et de risque qui permettent de voir comment des variations de certaines données d'entrée du modèle affectent la rentabilité du projet.



Acétate 11

**ACÉTATE 12 : Démonstration (suite) : options disponibles**

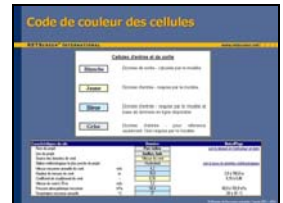
Nous voyons ici la feuille de calcul du modèle pour projets de centrale éolienne. On a ouvert les menus déroulants de manière à montrer l'éventail d'options disponibles dans RETScreen : un manuel d'aide en ligne, des bases de données de produits, de coûts et météorologiques ainsi qu'un manuel de l'utilisateur en ligne. Toutes ces options sont incluses dans le modèle de base, de manière à rendre l'outil plus aisé aux utilisateurs.



Acétate 12

**ACÉTATE 13 : Démonstration (suite) : code de couleur des cellules**

Les cellules des feuilles de calcul RETScreen ont un code de couleurs différentes selon le type de données qui y apparaissent. Les utilisateurs reconnaissent ainsi facilement quelles données doivent être entrées et/ou ainsi que les résultats du modèle.



Acétate 13

**ACÉTATE 14 : Démonstration (suite) : manuel de l'utilisateur en ligne**

Le logiciel comprend un manuel d'aide en ligne très complet. Toutes les fois que les utilisateurs se posent une question sur la signification d'une cellule ou désirent plus de précisions sur le type de données qui y apparaît, ils ne doivent pas hésiter à cliquer sur l'icône d'aide (un point d'interrogation). Une fenêtre s'ouvre alors avec des explications.



Acétate 14

**ACÉTATE 15 : Démonstration (suite) : base de données de produits**

RETScreen comprend une importante base de données de produits en ligne qui permet aux utilisateurs d'entrer directement et au bon endroit les caractéristiques de fonctionnement d'un modèle spécifique de technologie d'énergie propre. On voit ici les caractéristiques d'une éolienne de grande puissance. L'utilisateur peut également utiliser les hyperliens qui le mettent en contact avec les fournisseurs d'équipements pour plus d'informations.



Acétate 15

ACÉTATE 16 : **Démonstration (suite) : feuille « Analyse des coûts »**

La feuille « Analyse des coûts » permet aux utilisateurs de penser à tous les postes budgétaires qu'il faut prendre en compte pour établir les coûts d'un projet d'une technologie d'énergie propre donnée. Pour éviter d'avoir à estimer le détail de certains coûts, et pour rester dans l'esprit d'une analyse préliminaire de faisabilité, l'utilisateur peut les regrouper sous une rubrique plus générale en cliquant l'option « pré-faisabilité » comme type de projet. Si l'utilisateur se sert du modèle dans une analyse de faisabilité plus détaillée, il utilisera alors l'option « Faisabilité » qui permet d'afficher la liste complète des éléments du budget. Les coûts s'affichent dans la devise choisie par l'utilisateur, et peuvent en plus être affichés simultanément par RETScreen en deux devises différentes. Cela peut s'avérer utile dans les projets internationaux ou dans ceux où une certaine portion des équipements est importée de l'étranger. L'utilisateur entre un taux de change qui permet de convertir les coûts exprimés dans la deuxième devise en leur équivalent dans la première devise. Pour aider à fixer des ordres de grandeur, RETScreen propose une fourchette de valeurs correspondant à la plupart des coûts des projets.



Acétate 16

ACÉTATE 17 : **Démonstration (suite) : base de données météorologiques**

RETScreen comprend une base de données météorologiques en ligne qui intègre les données de plusieurs milliers de stations météo au sol du monde entier. Ces données permettent non seulement de disposer de données sur les ressources renouvelables solaires et éoliennes par exemple, mais aussi d'informations sur les conditions climatiques dans lesquels le projet sera exploité. Une fois que l'utilisateur a choisi la station météorologique qui lui semble la mieux appropriée au projet, il doit cliquer sur la touche « Coller les données » afin que les données de cette station viennent prendre place automatiquement dans les cellules appropriées du modèle RETScreen.



Acétate 17

ACÉTATE 18 : **Démonstration (suite) : base de données de la NASA**

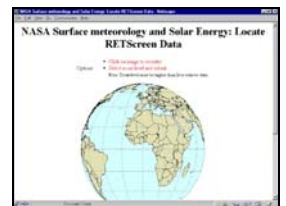
Pour les sites qui ne disposent pas de stations météorologiques au sol satisfaisantes, RETScreen a accès à une base de données par satellites spécialement développée par la NASA pour être dans un format compatible au modèle RETScreen.



Acétate 18

ACÉTATE 19 : **Démonstration (suite) : base de données de la NASA**

Pour accéder aux données de la NASA, l'utilisateur choisit une région sur la mappemonde ou entre la longitude et la latitude du lieu de son projet.

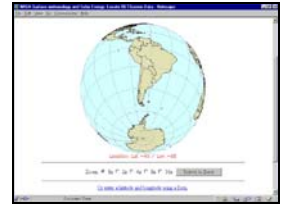


Acétate 19



ACÉTATE 20 : **Démonstration (suite) : base de données de la NASA**

En cliquant sur un point du globe, celui-ci se réoriente de manière à ce que le lieu choisi soit centré dans l'image. On a choisi ici un site dans le sud de l'Argentine.



Acétate 20

ACÉTATE 21 : **Démonstration (suite) : base de données de la NASA**

L'utilisateur, en pointant une région plus précise, effectuera un zoom sur la région préalablement choisie.



Acétate 21

ACÉTATE 22 : **Démonstration (suite) : base de données de la NASA**

Une fois le site retenu, l'utilisateur précise le type de données météorologiques dont il a besoin.



Acétate 22

ACÉTATE 23 : **Démonstration (suite) : base de données de la NASA**

Dans le cas d'un projet éolien, la base de données fournit la vitesse moyenne mensuelle des vents et les moyennes mensuelles de température et de pression atmosphérique. L'utilisateur peut alors entrer ces données telles quelles dans le modèle RETScreen, sans conversion d'unités ou d'autres corrections.



Acétate 23

ACÉTATE 24 : **Méthode d'analyse financière de RETScreen®**

Fondamentalement, il faut bien réaliser que l'analyse de RETScreen consiste à comparer le projet utilisant la technologie d'énergie propre proposée, au projet équivalent qui utiliserait une technologie classique.

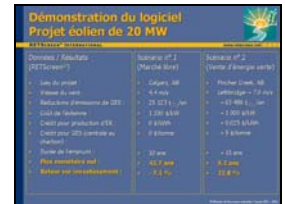
Ce ne sont donc pas nécessairement les coûts absolus et les bénéfices absolus du projet proposé qui sont pris en compte mais plutôt les surcoûts et les bénéfices additionnels du projet proposé par rapport au projet classique utilisé comme cas de référence. Par exemple, dans le cas d'un système de chauffage solaire de l'air utilisé pour préchauffer de l'air de ventilation alimentant un système de chauffage au gaz naturel, on comparera le projet solaire à un projet de référence dans lequel on installerait un parement de façade ordinaire et un chauffage de l'air au gaz classique.



Acétate 24

ACÉTATE 25 : **Démonstration du logiciel  
Projet éolien de 20 MW**

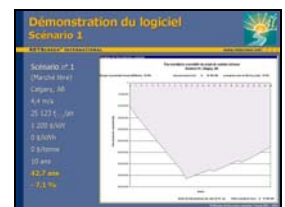
Les cinq prochaines diapositives montrent comment RETScreen peut être utilisé pour évaluer l'influence de certains paramètres sur la rentabilité d'un projet donné. Il s'agit du cas d'un projet éolien de 20 MW situé à proximité de Calgary en Alberta, au Canada. Initialement, le projet se montre peu attrayant. Nous allons voir quels paramètres peuvent changer de façon à rendre le projet tout à fait rentable. Les utilisateurs peuvent aussi télécharger le document texte complémentaire en format pdf intitulé « Démo du logiciel : centrale éolienne (scénarios 1 et 2) » et entrer les données dans le modèle éolien de RETScreen et suivre eux-mêmes la démonstration proposée.



Acétate 25

ACÉTATE 26 : **Démonstration du logiciel  
Scénario 1**

Le premier essai de modélisation du projet le montre sous des aspects peu encourageants, avec un taux de rendement interne négatif de -7,1 % et un temps de retour simple sur investissement de 42,7 années. Le graphique des flux monétaires cumulés produit par RETScreen, montre que le projet est dans le négatif pendant toute la durée de vie du projet.



Acétate 26

ACÉTATE 27 : **Démonstration du logiciel  
Vitesse du vent et réductions d'émissions de GES**

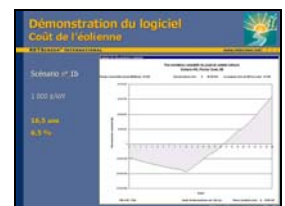
Si le projet est déplacé vers un site bénéficiant d'un meilleur régime de vents qui fait passer la vitesse moyenne annuelle de vent disponible de 4,4 à 7,0 m/s, le projet s'améliore de manière très marquée. Avec un taux de rendement interne de 4,8 % et un retour sur investissement de plus de 18 ans, le projet est encore peu attrayant au plan financier. On voit cependant qu'en augmentant de plus de 50 % la vitesse du vent, les réductions de GES ont augmenté de plus de 150 %.



Acétate 27

ACÉTATE 28 : **Démonstration du logiciel  
Coût de l'éolienne**

Si on arrive à faire baisser le coût des éoliennes à 1 000 \$ du kW au lieu de 1 200 \$ du kW, le projet devient un peu plus intéressant. L'utilisateur peut faire varier ce prix dans la cellule appropriée de la feuille Analyse des coûts, mais il peut aussi utiliser la feuille Analyse de sensibilité pour étudier l'influence du coût initial des équipements sur la rentabilité du projet évalué selon le taux de rendement interne, la valeur actualisée nette, ou le temps de retour sur les capitaux propres investis. L'utilisateur peut alors avoir une meilleure idée de l'influence d'une variation du prix des équipements sur la rentabilité du projet, par rapport à celle d'autres paramètres pouvant influencer la rentabilité du projet.



Acétate 28





ACÉTATE 29 : **Démonstration du logiciel  
Crédit pour ÉR fournie**

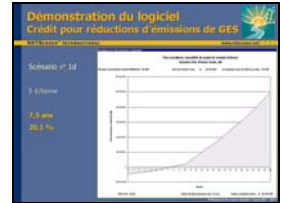
Si le projet peut bénéficier de 0,025 \$ par kWh d'électricité produite par une source d'énergie renouvelable, le taux de rendement interne atteint des valeurs intéressantes.



Acétate 29

ACÉTATE 30 : **Démonstration du logiciel  
Crédit pour réductions d'émissions de GES**

Si en plus, le projet peut bénéficier d'un crédit de 5 \$ par tonne de CO<sub>2</sub> équivalente évitée chaque année, le projet atteint des niveaux de rentabilités encore meilleurs. Cela montre comment RETScreen peut être utilisé pour évaluer l'impact de certaines mesures d'aide ou de l'intérêt de bénéficier de crédits de réductions d'émissions de gaz à effet de serre pouvant être vendus à des fournisseurs d'électricité ou négociés sur des marchés d'échange.

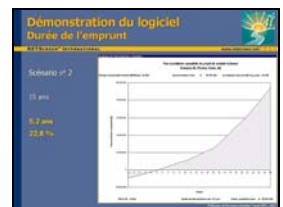


Acétate 30

ACÉTATE 31 : **Démonstration du logiciel  
Durée de l'emprunt**

Nous allons voir comment le montage financier d'un projet peut faire varier sa rentabilité de manière importante. En faisant passer la durée de remboursement de l'emprunt de 10 à 15 ans, la rentabilité du projet s'améliore encore nettement.

Nous avons donc vu, grâce à RETScreen, l'influence de six paramètres du projet : la vitesse du vent, le coût des équipements, les crédits pour production d'énergie renouvelable et pour réduction des émissions de gaz à effet de serre et enfin, la durée de l'emprunt. On aurait pu aussi vérifier l'impact d'autres variables que l'utilisateur peut faire varier dans RETScreen. On peut ainsi chercher quels paramètres peuvent être les plus critiques ou les plus bénéfiques à la rentabilité d'un projet et quelles combinaisons de valeurs permettent d'obtenir des résultats optimaux.



Acétate 31

ACÉTATE 32 : **Questions?**

Voici la fin de la présentation sur « l'Analyse de projets d'énergies propres à l'aide du logiciel RETScreen ». Ce cours d'introduction n'est pas terminé, le prochain module présente « l'Analyse des réductions d'émissions de gaz à effet de serre avec le logiciel RETScreen ».



Acétate 32