

5. SIMULATIONS PAYSAGÈRES

5.0 Introduction et guides	397
5.0.0 Introduction	397
5.0.1 Guide des étapes à suivre pour réaliser un photomontage	397
5.0.2 Guide des étapes à suivre pour réaliser une animation 2D	398
5.0.3 Guide des étapes à suivre pour réaliser une simulation 3D	398
5.1 Photomontage.....	399
5.1.0 Introduction au Photomontage	399
5.1.1 Méthode de réalisation d'un Photomontage	399
5.1.2 Photographies des paysages	399
5.1.3 Réalisation d'un photomontage à partir d'une photo.....	400
5.1.3.0 Fuseau horaire	400
5.1.3.1 Entrée des éoliennes et des éléments à visualiser	400
5.1.3.2 L'objet <i>Caméra</i>	401
5.1.3.3 Fenêtre de calage de la photo.....	408
5.1.3.4 Calage de la photo	411
5.1.3.5 Calage de la photo en utilisant la ligne d'horizon	411
5.1.3.6 Calage de la photo en utilisant des repères	413
5.1.3.7 Calage de la photo en utilisant les objets <i>Obstacle</i> , <i>Météo</i> et <i>Eolienne</i>	414
5.1.3.8 Calage de la photo en utilisant le MNT	415
5.1.3.9 Calage automatique de la photo	416
5.1.3.10 Génération du photomontage.....	417
5.1.3.11 Suppression des parties masquées	418
5.1.3.12 Ajustement de la position de prise de vue et autres informations	419
5.1.3.13 Réglages expert de la lumière.....	419
5.1.3.14 Intégration d'images au photomontage	420
5.1.3.15 Intégration de texte au photomontage.....	421
5.1.3.16 Lumières de balisage aviation	422
5.1.4 Réalisation d'une simulation à partir d'un paysage artificiel.....	423
5.1.4.0 Données altimétriques.....	424
5.1.4.1 Paramétrage de l'objet <i>Caméra</i>	424
5.1.5 Impression et exportation des photomontages	426
5.2 Animation 2D.....	428
5.2.0 Méthode de réalisation de l'animation 2D	428
5.2.1 Etapes préparatoires	428
5.2.2 Création de l'animation.....	429
5.2.3 Visualisation de l'animation	430
5.3 Simulation en 3D.....	431
5.3.0 Méthode de réalisation d'une simulation en 3D	431
5.3.0.0 Recommandations relatives au matériel et au système d'exploitation.....	432
5.3.1 L'objet <i>VR</i>	432
5.3.1.0 Onglet <i>Configuration</i>	433
5.3.1.1 Onglet <i>A/R plan</i>	433
5.3.1.2 Onglet <i>Objets</i>	434
5.3.1.3 Onglet <i>Lumière</i>	434
5.3.1.4 Onglet <i>Données Runtime</i>	435
5.3.2 Création et navigation dans le paysage 3D.....	436
5.3.2.0 Navigation en 3D dans le paysage.....	436
5.3.2.1 Le <i>Tableau de contrôle VR</i>	437
5.3.2.2 Qualité de la simulation	438
5.3.3 Objets utilisables avec 3D-ANIMATOR.....	439
5.3.4 Le Gestionnaire d'éléments pour 3D-Animator	440
5.3.4.0 Fenêtre de navigation dans la bibliothèque 3DA Data	440
5.3.4.1 Modifier, ajouter, supprimer un élément 3D	441
5.3.4.2 Préparation d'une image pour la création d'un élément 3D	441

5.3.4.3 Création d'un Objet-3D à partir de une ou plusieurs images	443
5.3.4.4 Création d'une Surface-3D à partir d'images ou d'Objets-3D	445
5.3.5 Trajets	447
5.3.5.0 Suivi d'un trajet prédéfini	447
5.3.6 Simulation en 3D sans WindPRO.....	448

5.0 Introduction et guides

5.0.0 Introduction

Les modules de simulation paysagère implémentés dans WindPRO sont conçus pour produire des documents présentant de manière réaliste l'impact visuel des futurs parcs éoliens. Ils sont principalement destinés aux présentations des projets et aux montages des dossiers de demande de permis,

Les simulations paysagères permettent de donner des bases concrètes et communes à la formation des opinions sur l'impact visuel des éoliennes qui, à leur tour, facilitent l'émergence de consensus.

La conception des modules de simulation paysagère de WindPRO a été pensée pour rendre leur utilisation le plus simple possible. Les caractéristiques physiques de la plupart des éoliennes commercialisées étant renseignées dans la *Bibliothèque d'éoliennes* (voir section 2, BASIS), le travail de l'utilisateur se réduit au choix du type des machines et à leur positionnement de la carte. De plus, WindPRO prend en compte l'heure et la date de la prise de vue, les conditions de lumière et de la direction du vent afin de produire des simulations avec un rendu totalement réaliste. Enfin, les simulations peuvent se faire en utilisant des photos du paysage (photomontages) ou à partir de paysages numériques créés artificiellement.

En plus des éoliennes, WindPRO permet de visualiser presque tout type d'élément en utilisant :

- les objets *Eléments-visuels* pour représenter des éléments tels que des pylônes électriques, des maisons, etc. Ces objets utilisent à cet effet des images numérisées ou des fichiers .dxf (avec certaines limitations),
- les objets *Données-surfaces* pour habiller des parties du paysage avec des forêts, des textures, etc.,
- les objets *Données-lignes* pour visualiser le MNT de façon filaire ou drapé,
- les objets *Météo* pour visualiser les mâts de mesure et les objets *Obstacles*. Cela permet de mettre ces éléments, essentiels pour les calculs de productibles, dans leur contexte afin de mieux appréhender la réalité.

Quatre types de simulations sont possibles avec WindPRO :

- le photomontage qui permet d'insérer les éoliennes dans une photographie du paysage,
- la représentation des éoliennes dans leur paysage récréé artificiellement qui permet de choisir librement le point de vue alors que dans le photomontage le point de vue est imposé par la photo,
- l'animation 2D qui met en rotation les éoliennes d'un photomontage. Une capture vidéo peut être faite afin visionner l'animation ou pour la mettre en ligne.
- l'animation en 3D qui permet à partir du paysage récréé artificiellement de faire une visite virtuelle du futur parc en se déplaçant librement ou en suivant un parcours prédéfini. On peut graver un CD directement à partir de WindPRO permettant, à partir de n'importe quel PC, de faire la visite virtuelle (on peut aussi générer les fichiers correspondants afin de les diffuser par courriel).

5.0.1 Guide des étapes à suivre pour réaliser un photomontage

- Placez les éoliennes sur le fond de carte et choisissez les modèles.
- Selon leur format courbes ou points, chargez les données altimétriques dans un objet *Données-lignes* ou *Maille-altimétrique*, puis dans les propriétés des éoliennes et des objets *Caméra* choisissez l'option *Auto du MNT* pour que l'altitude Z des objets soit extraite automatiquement du MNT (*Modifier les objets sélectionnés*, permet d'appliquer cette option en une seule opération à plusieurs objets de même type).
- Créez un objet *Caméra* en cliquant sur son icône dans la barre d'objets, positionnez-le par un clic sur la carte à l'emplacement de la prise de vue, faites un deuxième clic à l'emplacement du parc pour indiquer la direction de la prise de vue. Chargez la photo du paysage (ou créez un paysage artificiel), indiquez la date et l'heure de la prise de vue et entrez les caractéristiques de l'appareil photo en indiquant son format et la focale utilisée (ces informations peuvent être extraites automatiquement du fichier photo si les données EXIF sont disponibles)
- Cliquez sur le bouton représentant un appareil photo dans la barre d'outils à gauche pour ouvrir la fenêtre de calage de la photo. Pour caler la photo efficacement, il faut disposer de repères visibles sur la photo et sur la carte de travail. Le calage se fait en faisant coïncider les repères à l'aide des réglages d'*Azimat*, de *Site*, d'*Inclinaison* et de *Longueur focale*. La visualisation de la ligne d'horizon et/ou du MNT sous sa

forme drapée ou filaire peut être une alternative, très pratique dans certains cas, pour réaliser ou vérifier le calage.

- Une fois le calage terminé, lancez la création des éoliennes sur la photo en cliquant sur le bouton *Créer*. Note : seules les éoliennes des calques visibles sont créées, cela permet sélectionner facilement les machines à représenter dans le photomontage.
- Enfin, il faut effacer les parties des éoliennes qui sont masquées en utilisant l'outil *Gomme*.
- Quand le travail est terminé et que le photomontage est sauvegardé, on peut lancer le calcul *PHOTOMONTAGE* qui génère un rapport où sont montrés les photomontages et toutes les informations correspondantes.

5.0.2 Guide des étapes à suivre pour réaliser une animation 2D

La réalisation d'une animation 2D est le prolongement du travail de photomontage, présenté au 5.0.1, par les étapes suivantes :

- gommage de toutes les parties du relief ou de la végétation qui masquent les pales en rotation,
- création de l'animation en cliquant sur le bouton rouge *Animation* situé sur la barre en haut de la fenêtre de calage de la photo,
- entrée des informations demandées dans la fenêtre *Créer animation* (vitesse de rotation, ...format de la capture vidéo, etc.),
- Choix du nom du fichier vidéo,
- dès que le fichier est enregistré l'utilitaire de lecture *EMDplayer* démarre automatique l'animation.

Vous pouvez envoyer par courriel, à vos correspondants, le fichier vidéo pour qu'ils visualisent l'animation. S'il a été enregistré en format .wpa (WindPRO animation), il faudra y joindre le lecteur *EMDplayer.exe* ; s'il a été enregistré en format Flash sa visualisation pourra se faire avec un navigateur Internet et pourra être posté dans site web.

5.0.3 Guide des étapes à suivre pour réaliser une simulation 3D

- Placez les éoliennes sur le fond de carte et choisissez les modèles.
- Pour draper le relief à l'aide d'une photo aérienne, il faudra au préalable l'importer et la géoréférencer comme une carte.
- Chargez les données altimétriques, assurez-vous qu'elles couvrent toute la zone à visualiser en 3D (ces données ne couvrant que les terres, il sera nécessaire de rajouter manuellement des courbes d'altitude 0m pour les parcs offshore),
- Placez l'objet *VR* sur la carte au centre de la surface à visualiser et délimitez son étendue en dimensionnant ses côtés (il est recommandé de faire un essai sur une zone 1000 x 1000m et de vérifier que le résultat est satisfaisant avant d'étendre la zone), utiliser éventuellement l'option *Maille rectangulaire* qui est une alternative à l'utilisation des triangles du MNT moins gourmande en ressources et choisir le drapé qui devra habiller la surface.
- Cliquez sur le bouton représentant une caméra, situé sur la barre d'outils pour ouvrir le *Tableau de contrôle VR* et cliquez sur la flèche verte pour lancer la création du paysage artificiel en 3D.
- Naviguez dans le paysage à l'aide de la souris ou du clavier (les déplacements verticaux se font avec les touches <page précédente> et <page suivante>, la direction du regard vers le haut et vers le bas se commande avec les touches <U> et <D> ou en cliquant sur la partie supérieure et sur la partie inférieure de la fenêtre avec la souris). On peut également utiliser un joystick.
- Le *Tableau de contrôle VR* offre divers réglages et options relatifs à la navigation dont la possibilité de prédéfinir un trajet à suivre.
- A chaque objet *VR* est associé un dossier contenant toutes les données et l'application permettant de visualiser l'animation 3D de manière autonome. Le bouton *Créer un CD avec l'animation 3D* permet de graver ces informations sur un CD afin de voir l'animation sur n'importe quel PC.

Notes : Le drapé de la surface peut être enrichi en utilisant des images de la bibliothèque *3DA data* en combinaison avec les objets *Eléments visuels*, *Obstacles*, *Données-surfaces* et *Données-lignes* (ces trois derniers objets nécessitent la régénération du paysage artificiel pour être visualisés).

Les objets *Eoliennes*, *Météo*, *Texte* et *Eléments visuels* peuvent être insérés et visualisés immédiatement sans régénération du paysage.

5.1 Photomontage

5.1.0 Introduction au Photomontage

Le photomontage consiste à insérer dans la photographie d'un paysage les images des futures éoliennes. Cette technique est utilisée depuis de nombreuses années pour rendre compte de l'impact visuel d'un futur ouvrage : pont, autoroute, etc.

Les photomontages peuvent avoir d'autres usages tels que la mesure d'éléments topographiques comme des obstacles, l'examen du positionnement d'un mât de mesure,... Avec de bonnes photos et de bonnes courbes de niveau, il est possible de mesurer avec une précision de l'ordre de 1 m, soit une précision meilleure que celle d'un GPS grand public. De plus, la position des courbes de niveau et leur précision peuvent être contrôlées, ce qui est très important quand on les utilise pour déterminer l'altitude des mesures de vent.

5.1.1 Méthode de réalisation d'un Photomontage

Le photomontage avec WindPRO consiste à créer un modèle capable de transcrire correctement la position sur une photo 2D d'un point quelconque défini par ses coordonnées (x, y, z). Lorsque le modèle est établi et que l'on dispose des dimensions en 3D des éoliennes celles-ci peuvent être représentées avec les proportions correctes sur la photo.

Pour un bon rendu du photomontage des facteurs supplémentaires doivent être pris en considération tels que la couleur des éoliennes, leur indice de réflexion de la lumière, les conditions de la prise de vue (date, heure, lumière, etc.). On s'est efforcé de rendre l'introduction de ces facteurs la plus simple possible, ainsi les positions du soleil et des ombres sont automatiquement calculées à partir de la date, de l'heure, du fuseau horaire, de la latitude, de la longitude et de la direction de la prise de vue. Les conditions de lumière sont décrites à partir de menus proposant des choix simples comme par exemple *Ciel sans nuages,...*, *quelques nuages,...*, *totalemment couvert*.

5.1.2 Photographies des paysages

Une seule photo peut être insuffisante pour réaliser le photomontage, il est prudent de prendre des clichés supplémentaires adjacents de part et d'autre de la photo centrale.

Afin d'obtenir des images de qualité adéquate, il est recommandé d'utiliser un appareil reflex avec une bonne optique afin de réduire les distorsions géométriques. Le nombre de pixels des capteurs des appareils actuels est largement suffisant pour les besoins des photomontages.

Concernant les réglages de l'appareil photo, il est préférable de travailler avec de petites ouvertures de diaphragme (8-16) qui donnent une plus grande profondeur de champ et un meilleur piqué et avec des sensibilités faibles (50 à 200 ASA) car elles produisent moins de « bruit » (neige sur la photo). Par contre, plus l'ouverture et la sensibilité sont faibles plus le temps de pose doit être allongé ce qui introduit le risque de flou, il n'est pas conseillé d'utiliser des vitesses d'obturation < 1/60s pour une focale 50mm si l'appareil n'est pas posé sur un pied.

Les longueurs focales conseillées, exprimées en équivalence format 24x36mm, sont comprises entre 35 et 70 mm. Le rendu le plus proche de la perception de l'œil humain est donné par une longueur focale environ égale à la diagonale du format 24x36mm soit 43mm.

Il est préférable d'utiliser un objectif à focale fixe, dont la valeur est exactement connue, plutôt qu'un zoom. Cela facilite le calage ultérieur de la photo dans WindPRO.

Il est également important de s'assurer que l'appareil photo est bien horizontal cela facilite également le calage ultérieur de la photo dans WindPRO. Pour cela un pied et un niveau sont indispensables.

L'utilisation de photos prises en format paysage est recommandé, bien que le logiciel puisse utiliser le format portrait (peut être utile pour vérifier la hauteur des anémomètres sur la photo d'un mât de mesure).

Si vous devez réaliser un panorama de qualité, il est indispensable que les raccords entre les photos soient parfaits. Pour cela toutes les photos doivent être prises à partir du même point exactement en utilisant un pied. De plus, l'axe vertical de rotation de l'appareil doit passer par la lentille frontale de l'objectif pour éviter des effets de parallaxe qui nuisent au bon raccordement des photos ; sans appareillage spécial, cette condition n'est pas respectée car l'appareil tourne autour de la vis de fixation de l'appareil sur le pied qui se trouve sur le corps de l'appareil.

Lors de la prise de vue, il est très important de repérer des éléments du paysage présents sur la carte qui serviront au calage de la photo. Il est recommandé d'utiliser 2 éléments se trouvant, idéalement, sur chaque bord de la photo et situés au moins à 500m du lieu de la prise de vue.

Conditions optimales pour la prise de vue :

- Beau temps avec soleil dans le dos
- Distance comprise entre 500 et 5000 m de l'emplacement des futures éoliennes
- Lieux familiers des riverains (sortie de villages,...)

Enfin, ne pas oublier de positionner exactement le point de prise de vue sur la carte ou à défaut de relever ses coordonnées avec un GPS car cela facilitera aussi le calage de la photo.

5.1.3 Réalisation d'un photomontage à partir d'une photo

Les lignes suivantes décrivent la partie du travail qui se fait avec WindPRO, on considère donc que les photos sont déjà enregistrées sur le disque dur de l'ordinateur.

Des exemples de photomontage sont présentés dans les projets de démonstration contenus dans le dossier *WindPRO Data\Samples* (il faut télécharger et installer *WindPRO Samples* à cet effet).

Les premières étapes sont la création du projet et l'importation des cartes de travail. Bien que les fonds de carte ne soient pas indispensables, ils facilitent énormément le travail. L'importation des cartes est décrite dans la section 2, BASIS.

5.1.3.0 Fuseau horaire

WindPRO travaille en temps universel. L'heure de la prise de vue étant, en général, exprimée en heure locale, WindPRO doit connaître le fuseau horaire du lieu de la prise de vue pour la convertir en heure universelle.

La date, l'heure universelle et les coordonnées du point de prise de vue sont utilisées par WindPRO pour calculer la position du soleil et régler la lumière du jour.

5.1.3.1 Entrée des éoliennes et des éléments à visualiser

Choisissez le fond de carte en cliquant sur les boutons en forme de globe terrestre de la barre d'outils et positionnez sur la carte les éoliennes et les autres objets qui seront utilisés dans le photomontage, voir Figure 1.

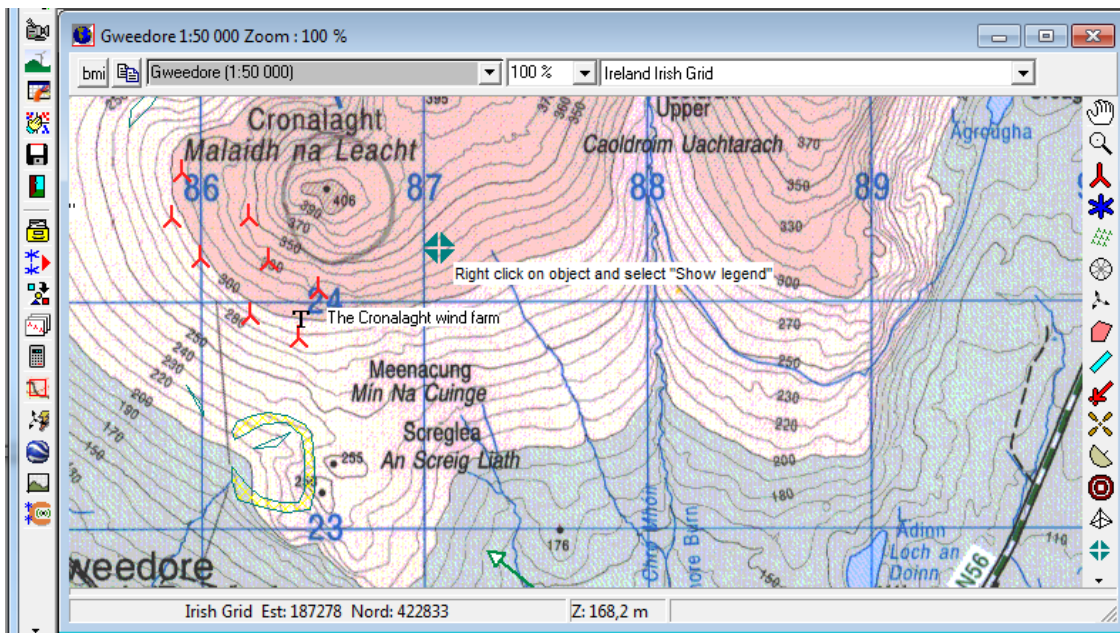


Figure 1

Objets Eoliennes :

Si les éoliennes sont montées sur des mâts en treillis, la visualisation des mâts nécessite leur description sous forme de fichier .dxf (voir section 2, BASIS).



Objets Eléments-visuels :

Leur mise en œuvre est décrite dans la section 2, BASIS.

5.1.3.2 L'objet Caméra



Caméra est l'objet central de PHOTOMONTAGE, la plupart des informations nécessaires aux photomontages sont entrées via cet objet.

Pour créer un objet **Caméra**, cliquez sur son icône dans la barre d'objets, placez-le sur la carte par un 1^{er} clic au point de la prise de vue et indiquez la direction approximative de la prise de vue par un 2^{ème} clic sur la carte (on peut retoucher la direction de la prise de vue en tirant sur la flèche attachée à l'objet, voir ci-contre).

La fenêtre *Propriétés de l'objet Caméra* s'ouvre automatiquement, voir Figure 2. Dans cette fenêtre il est possible d'affiner la position et la direction de la prise de vue en introduisant ses coordonnées et son azimut.

Onglet Caméra

Voir Figure 2.

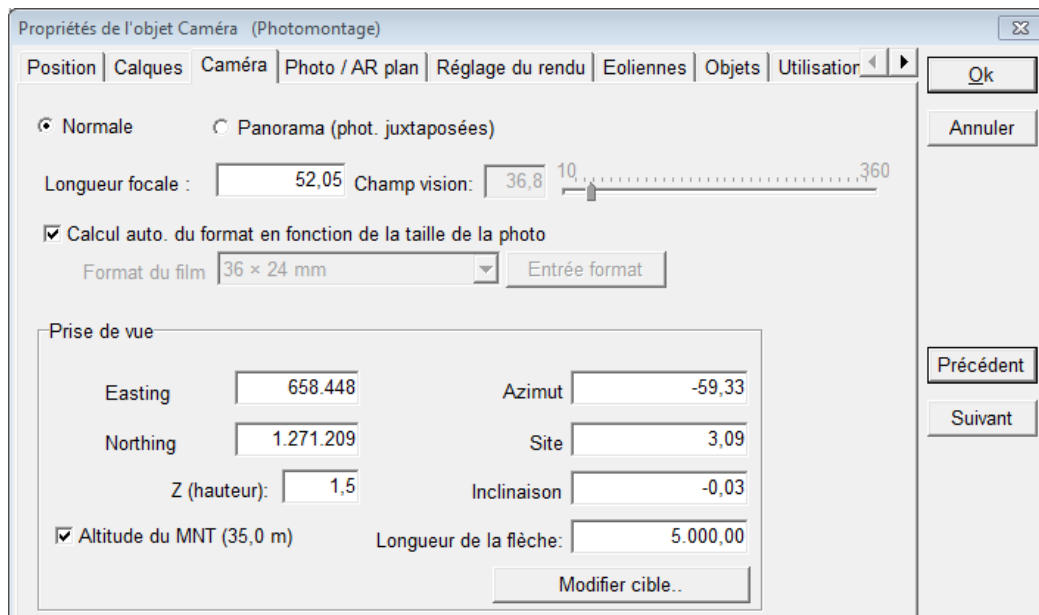


Figure 2

Description des options et des entrées :

Normale : cochez cette option pour faire un photomontage à partir d'une photo non panoramique.

Longueur focale et *Format du film* : ces valeurs détermineront la taille de la représentation des éoliennes sur la photo.

La *Longueur focale* est indiquée sur l'objectif de l'appareil photo.

Le *Format du film*, quand il s'agit d'un appareil photo numérique, est la taille de son capteur CCD.

Les capteurs des appareils grand public ont des dimensions physiques très inférieures à 24x36mm et par conséquent la longueur focale des objectifs n'est pas directement significative. Il est donc habituel de la convertir en focale équivalente 24x36.

Le facteur de conversion est très variable (il peut atteindre 2,5), ce facteur est généralement indiqué dans la documentation de l'appareil. Parfois, la focale réelle et la focale équivalente 24x36 sont indiquées dans les données EXIF du fichier de la photo, dans ce cas WindPRO peut récupérer l'information automatiquement (voir onglet *Photo / AR plan*).

Des petits ajustements de la longueur focale peuvent être nécessaires pour compenser des petites variations des conditions physiques (objectif, température). Si vous utilisez un zoom et si la focale n'est pas donnée par l'appareil, elle pourra être déterminée à l'aide de points de repère (voir pages suivantes).

Calcul auto. du format en fonction de la taille de la photo : si on coche cette option, il faut entrer la longueur focale équivalente 24x36 et WindPRO calcule les dimensions physiques du capteur qui, monté sur un véritable appareil 24x36, restituerait la même image.

Informations générales relatives aux longueurs focales en format 24x36mm :

- Les objectifs « normaux », qui restituent l'angle de champ de l'œil humain, ont des longueurs focales de 40 à 50mm,
- Les « téléobjectifs » ont des longueurs focales > à 50mm,
- Les objectifs « grand-angle » ont des longueurs focales < à 40mm.

Ces définitions ne sont pas valables pour les autres formats de film ou de capteur. Ainsi, si le format du film est 6x6 (60x60mm) pour qu'un objectif restitue l'angle de champ de l'œil humain sa longueur focale devra être de l'ordre de 80mm.

La Figure 3 montre à quoi correspond physiquement la longueur focale d'un objectif et son effet sur la taille de l'image qui sera « imprimée » sur le film ou sur le capteur CCD d'un appareil numérique.

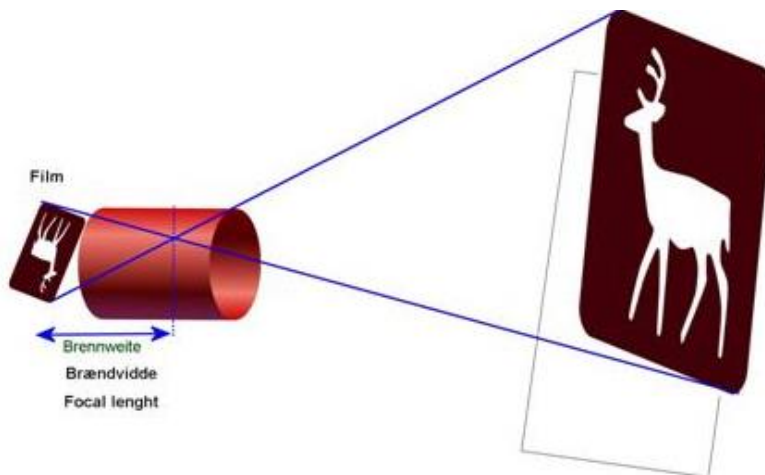
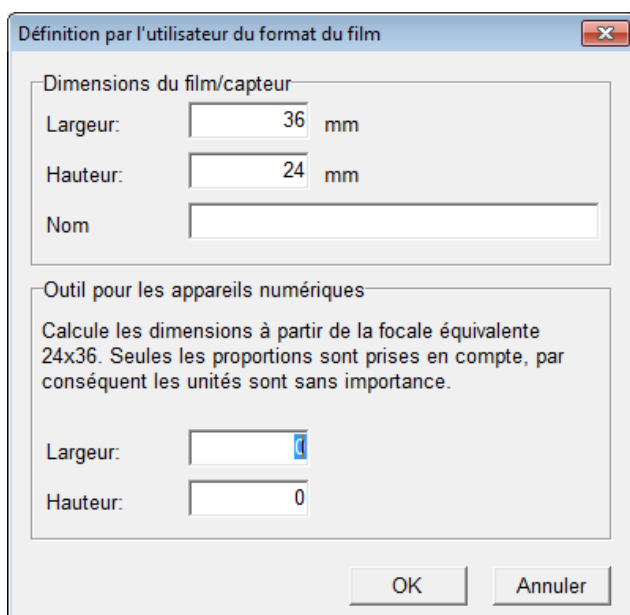


Figure 3

Comme indiqué antérieurement, en cochant l'option *Calcul auto. du format en fonction de la taille de la photo*, WindPRO calcule, à partir de la focale équivalente 24x36 et des dimensions en pixels de l'image, les *Dimensions* physiques du capteur qui, monté sur un véritable appareil 24x36, restituerait la même image.

En décochant cette option, un clic sur le bouton *Entrée format* ouvre la fenêtre *Définition par l'utilisateur du format du film*, voir Figure 4, où on peut entrer les *Dimensions* physiques (*Largeur* et *Hauteur* en mm) du film/capteur de l'appareil et dans ce cas il faudra entrer la focale réelle et non plus la focale équivalente 24x36



Cette fenêtre propose aussi un *Outil pour les appareils numériques* qui, à partir des dimensions en pixels du capteur entrées dans le cadre inférieur, calcule les *Dimensions* physiques du capteur qui restituerait la même image s'il était monté sur un véritable appareil 24x36 : sa *Largeur* et sa *Hauteur* en mm sont proportionnelles au nombre de pixels et sa diagonale du est égale à celle du format 24x36 soit 43mm.

Figure 4

Avec un appareil équipé d'un zoom, quand on utilise une focale intermédiaire sa valeur n'est pas toujours indiquée par l'appareil ou dans les données EXIF du fichier photo, il sera, par conséquent, impossible de connaître la focale. Le seul moyen de déterminer sa valeur est d'utiliser des points de repères (voir à la suite).

Les images scannées (mêmes dans les laboratoires professionnels) sont souvent découpées pour éliminer les bords noirs résultant d'un positionnement imparfait de la photo dans le scanner. Pour compenser les pertes dues au découpage des bords, il faut soit modifier la dimension originale du format soit modifier la focale. Il est habituel de modifier la focale en l'augmentant de 2 à 5% pour les photos scannées livrées sur CD. Dans ce cas également l'indétermination peut être levée en utilisant des points de repère.

Panorama : cochez cette option pour faire un photomontage à partir d'une photo panoramique. Ici le paramètre principal devient le *Champ de vision* horizontal. La taille de la photo (en pixels) et le champ de vision déterminent la taille de représentation des éoliennes. Le champ de vision horizontal est l'angle du secteur de paysage montré par la photo panoramique.

Prise de vue : dans ce cadre se définissent tous les paramètres décrivant la position de la caméra.

Le bouton *Modifier cible* ouvre la fenêtre la Figure 5 où l'on peut indiquer la position exacte, si on la connaît, du point visé lors de la prise de vue.

Figure 5

Les paramètres de l'onglet *Caméra* déterminent le positionnement et les dimensions des éoliennes qui seront insérées dans la photo, par conséquent la qualité du photomontage dépend de leur précision.

Onglet *Photo/AR plan*

Voir Figure 6.

Dans cet onglet on choisit la photo ou le panorama qui devra être utilisé pour le photomontage. Le choix se fait en cliquant sur le bouton avec 3 points situé à droite du champ *Utiliser une photo*.

Figure 6

Si le fichier photo contient des données EXIF (date, heure, focale, coordonnées, etc.), la fenêtre de la Figure 7 s'ouvre automatiquement. Les valeurs des champs cochées sous *Importer dans Caméra* seront automatiquement transférées dans l'onglet *Caméra*.

Si l'appareil photo n'a pas un capteur 24x36mm, on peut introduire le facteur de *Conversion* donnant la *Longueur focale équivalente 35mm* (35mm est l'autre dénomination du format 24x36). En cochant l'option *Enregistrer les données de conversion de ce modèle d'appareil* le facteur est mémorisé et sera proposé chaque fois que ce type d'appareil photo sera utilisé.

Figure 7

Configuration de travail : l'utilisation de fichiers photos de grande taille ralentit le travail et il est conseillé de dégrossir le travail de calage de la photo en utilisant des fichiers de taille réduite, plusieurs niveaux de réduction sont proposés. Quand ce travail est terminé, on peut repasser en *Taille originale* pour affiner les réglages.

Afficher un avertissement... : le ralentissement est particulièrement sensible quand on utilise la *Gomme* pour effacer les parties masquées des éoliennes. Dans ce champ on peut définir un seuil qui déclenche un message d'avertissement lorsqu'on utilise la *Gomme* avec un fichier dont la taille excède le seuil.

Description de la photo : ce champ permet d'entrer un texte qui apparaîtra en légende des photos dans le rapport.

Choisir la couleur de l'AR plan, choisir le ciel de l'AR plan : dans le cas où on ne dispose pas de photo, ou pour examiner un point de vue non photographié, on peut recréer le paysage à partir du MNT drapé (voir onglet *Utilisation du MNT*) et d'un arrière-plan qui peut être soit une couleur soit un ciel que l'on choisit dans la bibliothèque d'images.

Dans toute la suite on a considéré que le travail se fait à partir d'une photo.

Onglet *Réglage du rendu*

Voir Figure 8.

Dans cet onglet on introduit les informations qui permettront à WindPRO de représenter les éoliennes avec réalisme en tenant compte, en particulier, de la lumière.

Date prise de vue, Heure prise de vue : ces indications permettent, avec le fuseau horaire et les coordonnées des éoliennes, de calculer les angles d'incidence des rayons du soleil.

Conditions météo : la lumière est déterminée à partir des *Conditions météo* décrites via les menus déroulants *Ciel, Visibilité, Soleil*.

Anticrénelage : cette fonction permet d'adoucir la pixélisation qui apparaît en particulier sur les bords des pales des éoliennes. Le niveau du « *Lissage* » est réglable, il est un très gros consommateur de mémoire, mais le rendu final peut être sensiblement amélioré. Il est conseillé d'introduire le lissage uniquement lors de la création du photomontage final après que tous les réglages ont été effectués.

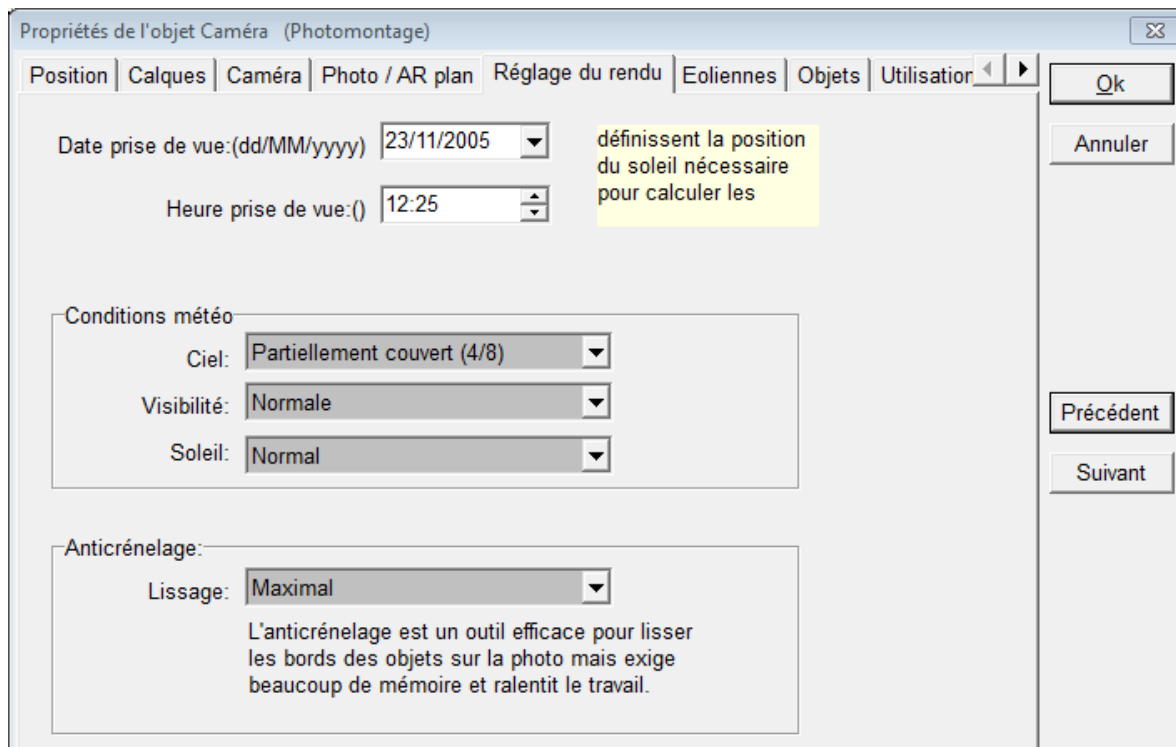


Figure 8

Onglet *Eoliennes*

Voir Figure 9.

Dans cet onglet sont proposées des options pour réaliser des représentations particulières des éoliennes.

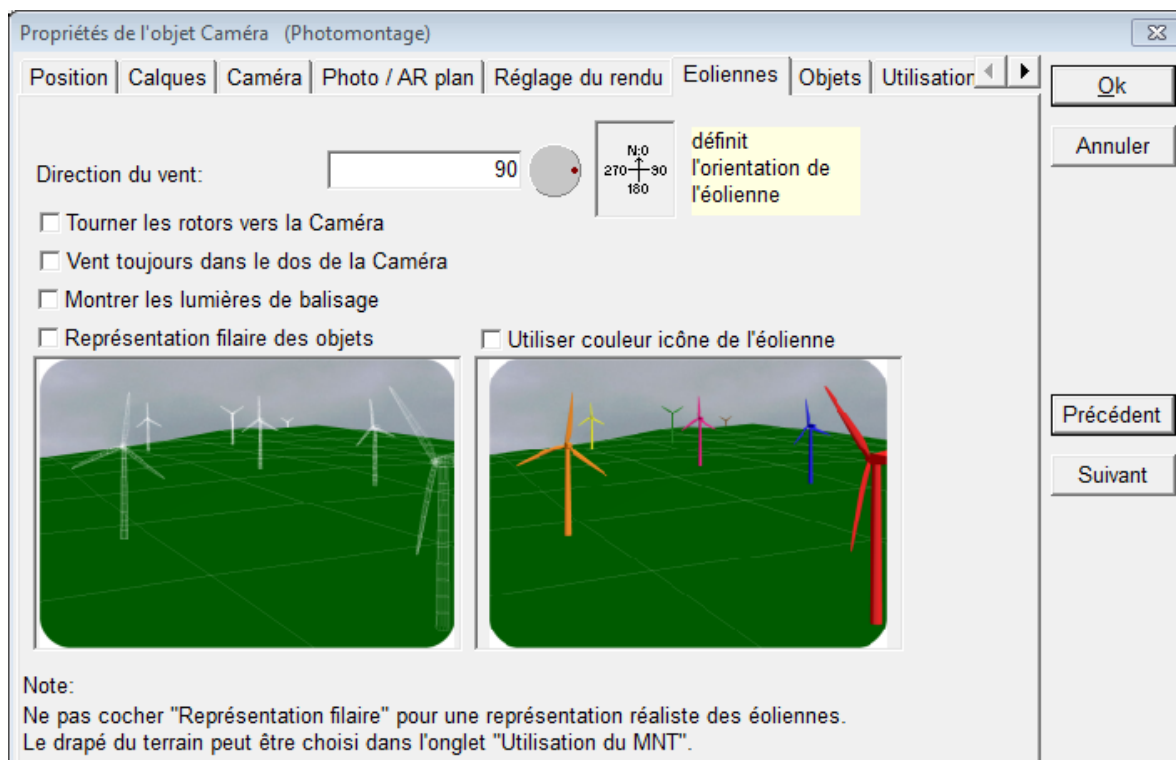


Figure 9

Direction du vent : dans le photomontage les éoliennes apparaîtront tournées vers la direction indiquée dans ce champ. Si aucun élément du paysage (éoliennes existantes, drapeau, etc.) n'indique la direction du vent, il est habituel d'entrer la direction des vents dominants.

Tourner les rotors vers la Caméra : en cochant cette option les rotors seront montrés de face. Choisissez cette option pour obtenir l'impact visuel maximal.

Vent toujours dans le dos de la Caméra : en cochant cette option les rotors seront montrés de dos. Choisissez cette option pour obtenir l'impact visuel maximal.

Montrer les lumières de balisage : il faut au préalable activer les *Lumières de balisage* dans l'onglet *Visualisation* de la fenêtre *Propriétés de l'objet éolienne*.

Représentation filaire, Utiliser couleur icône de l'éolienne : ces options de représentation peuvent être utiles pour réaliser des photomontages explicatifs. Par exemple, on peut montrer les nouvelles éoliennes ajoutées à un parc avec une couleur particulière pour les distinguer des éoliennes existantes. La couleur de l'icône se choisi dans l'onglet *Eolienne(s)* de la fenêtre *Propriétés de l'objet éolienne*.

Onglet Objets

Voir Figure 10.

Ignorer les objets distants de la Caméra de plus de (m) : cette option permet d'accélérer le travail en éliminant du photomontage tous les objets au-delà de la distance indiquée.

On peut aussi sélectionner les *Objets à visualiser* dans les deux phases de travail *Esquisse* (où les éoliennes sont représentées par leur contour, ce mode est utilisé pour le dégrossissement des réglages) et le mode *Photomontage* (présentant le rendu final).

- *Tous les objets des calques visibles* sont montrés. L'organisation des objets en calques est un moyen simple et efficace pour sélectionner les objets à représenter dans le photomontage.
- *Sélection utilisateur* permet la sélection individuelle des objets à représenter. Dans le cas des éoliennes, pour que cette possibilité soit effective, il faut d'abord cocher les options *Rendu réaliste* et/ou *Esquisse* dans l'onglet *Visualisation* de la fenêtre *Propriétés de l'objet éolienne* (voir section 2, BASIS).

Les objets suivants peuvent être utilisés dans un photomontage :

- *Eolienne-existante* et *Nouvelle-éolienne*
- *Repère* (pour le calage de la photo, pas de rendu)
- *Météo* (pour le calage de la photo, pas de rendu)
- *Éléments-visuels*
- *Obstacles*
- *Données-surfaces* (rendu des surfaces habillées avec des arbres, des maisons, etc.)

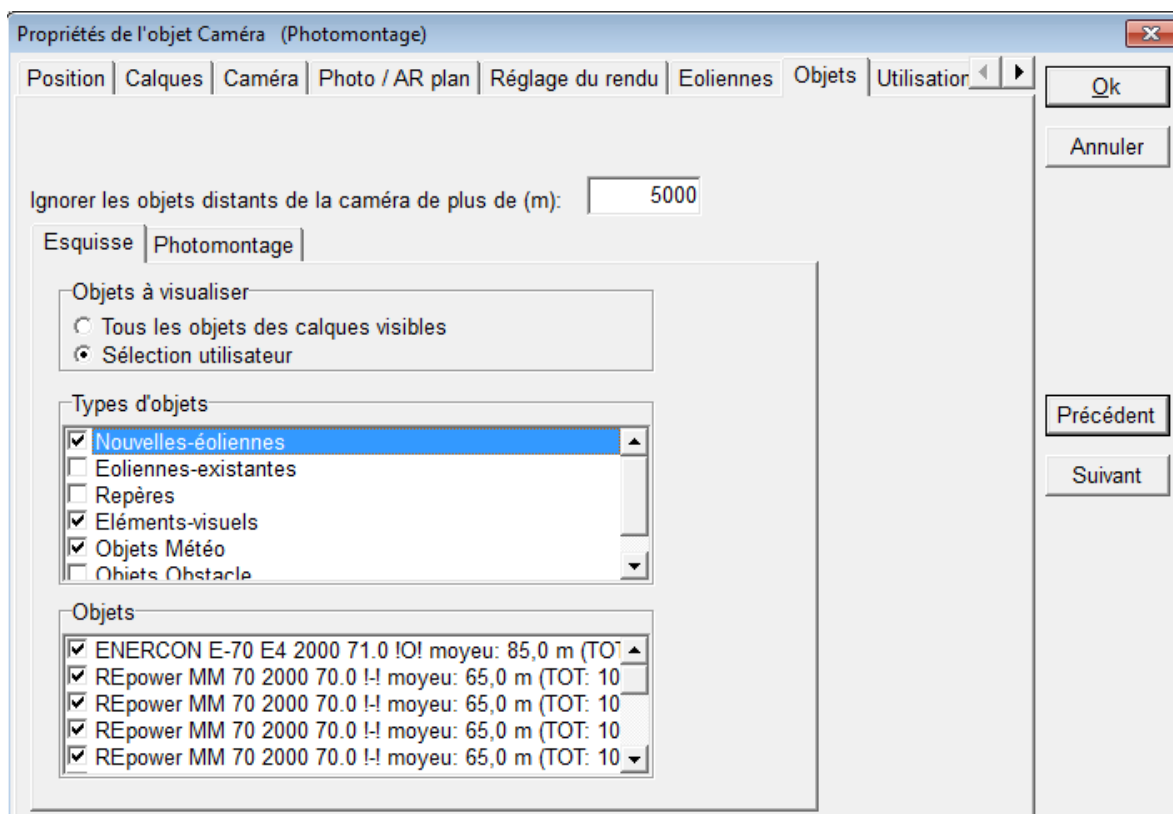


Figure 10

Onglet *Utilisation du MNT*

Voir Figure 11

Les choix relatifs à la visualisation du MNT sous sa forme filaire ou sous sa forme drapée (pour réaliser un paysage artificiel, par exemple) se font dans cet onglet.

On peut choisir la couleur du drapé et de la maille ainsi que le type de maille (rectangulaire ou triangles du MNT). L'étendue du MNT est, par défaut, limitée à 3000 m à partir du point de vue. Cette valeur devra être ajustée selon l'étendue de la représentation souhaitée.

Plus l'étendue du MNT est importante plus les temps de calcul s'allongent. Notez que l'utilisation d'une maille-altimétrique dans sa résolution native (avec un objet *Maille-altimétrique*) permet des calculs plus rapides qu'avec des courbes de niveau (objet *Données-lignes*).

Des informations complémentaires sur la réalisation de paysages artificiels sont données dans la suite.



Figure 11

 Icône de l'objet *Caméra* sur la carte

Les côtés de l'angle formant l'icône de l'objet sur la carte rendent compte de l'angle de champ. Il est d'environ 45° pour une longueur focale de 50mm et de 60° pour un focale de 35mm (en format 24x36).

Pour prolonger les côtés de l'angle faites un clic droit sur l'icône de l'objet sur carte et choisissez dans le menu contextuel *Prolonger les côtés de l'angle de champ*.

5.1.3.3 Fenêtre de calage de la photo

Quand toutes les données ont été entrées dans la fenêtre *Propriétés de l'objet Caméra*, cliquez sur le bouton *Ok* pour ouvrir la fenêtre de calage de la photo, voir Figure 12.

Pour ouvrir la fenêtre de calage d'un objet *Caméra* existant, faites un clic droit sur son icône sur la carte et choisissez dans le menu contextuel *Afficher photomontage*.



Un clic sur le bouton de la barre d'outils représentant un appareil photo ouvre la liste des objets *Caméra* existants, cliquez sur le nom d'un objet pour ouvrir la fenêtre *Propriétés de l'objet* correspondant.

Dans la partie supérieure de la fenêtre de calage, il y a une barre d'outils dont l'utilisation est décrite à la suite :



Permet de déplacer la photo dans la fenêtre à l'aide de la souris.














Permet le zoom avant/arrière à l'aide des boutons gauche/droit de la souris ou avec la roulette.



Permet d'ajouter du texte, des lignes et des flèches au photomontage.



Permet d'effacer les parties masquées des éoliennes (relief, végétation, etc.).

- Créer ->  Un clic sur le bouton rouge lance la génération du photomontage.
-  Lance l'enregistrement du photomontage dans un fichier (jpeg, tiff,...).
-  Enregistre le photomontage dans le presse-papiers.
- Animation:  Lance la création d'une animation à partir du photomontage.
- Prop. Cam.  Ouvre la fenêtre *Propriétés de l'objet Caméra*.
-  Ouvre une fenêtre proposant des réglages et des informations supplémentaires.
-  Ouvre une fenêtre proposant des options avancées de description des conditions de lumière.
-  Lance l'outil de calage automatique de la photo.
-  Réalise le photomontage avec les lumières de balisage.
- Direction du vent:  Permet de choisir l'orientation des éoliennes en indiquant la direction du vent.
- Afficher labels éols  Ajoute le texte de l'étiquette accrochée à l'éolienne sur la carte au-dessus de l'éolienne correspondante sur le photomontage.

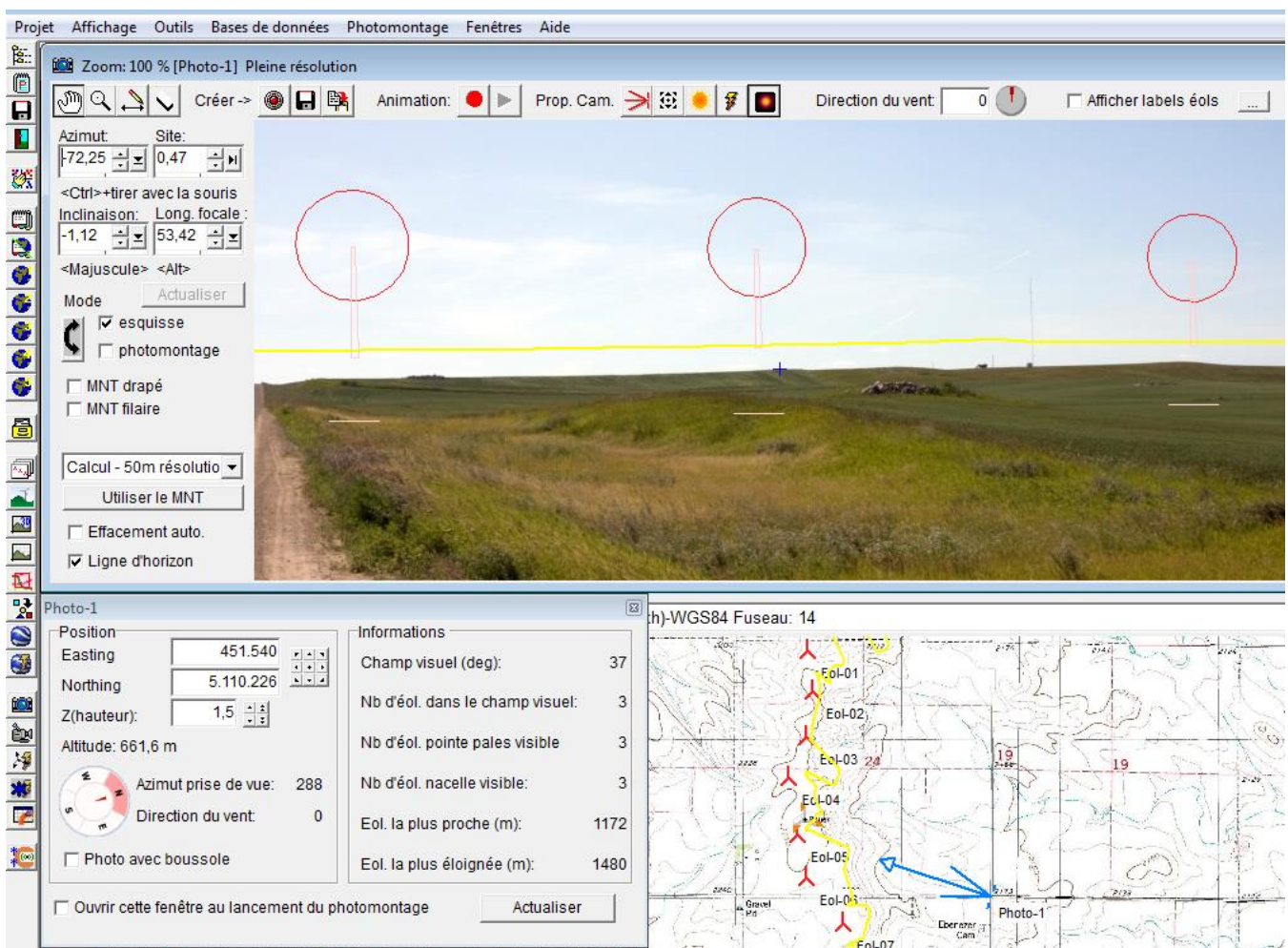


Figure 12

Bandeau à gauche de la fenêtre de calage :

Azimut: Site:

-16,15 -0,92

<Ctrl>+tirer avec la souris

Inclinaison: Long. focale :

0,53 53,42

<Majuscule> <Alt>

Le calage de la photo se fait en ajustant ces 4 commandes.

Mode Actualiser

esquisse

photomontage

Ces options permettent de sélectionner les modes d'affichage.

MNT drapé

MNT filaire

Calcul - 50m résolution

Utiliser le MNT

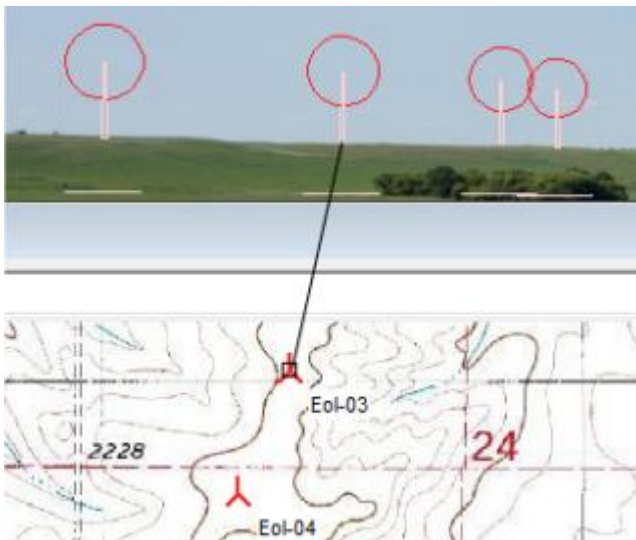
Ces options permettent de visualiser le MNT sous forme de drapé et/ou sous forme de maille filaire.

Effacement auto.

Quand cette option est cochée, WindPRO efface automatiquement du photomontage les parties des éoliennes masquées par le relief.

Ligne d'horizon

Affiche/masque la ligne d'horizon.



Identification des éoliennes dans la fenêtre de calage : passez le pointeur de la souris, avec la touche <Ctrl> enfoncée, sur une éolienne sur la carte pour faire apparaître une ligne reliant l'éolienne sur la carte et l'éolienne dans la fenêtre de calage.

5.1.3.4 Calage de la photo

Afin que WindPRO puisse placer et dimensionner les éoliennes correctement sur la photo, il faut retrouver les paramètres exacts de la prise de vue : position, azimuth, site, inclinaison et longueur focale.

A cet effet, on utilise des éléments de contrôle (ligne d'horizon, points de repères,...présentés dans la suite). Les valeurs exactes des paramètres sont celles qui font que les éléments de contrôle apparaissent correctement positionnés sur la photo.

Azimuth:	Site:
-16,15	-0,92
Inclinaison:	Long. focale :
0,53	53,42
<Majuscule>	<Alt>

L'ajustement des paramètres peut se faire en utilisant les champs ci-contre, mais c'est beaucoup plus pratique d'utiliser la souris en combinaison avec les touches suivantes :

<Ctrl> enfoncée et déplacement du pointeur de la souris gauche/droite et haut/bas pour régler respectivement l'azimuth et le site.


<Maj> enfoncée et déplacement du pointeur de la souris haut/bas pour modifier l'inclinaison. L'amplitude des modifications se réduit quand les déplacements se font près des bords de la photo.

<Alt> enfoncée et déplacement du pointeur de la souris gauche/droite pour modifier la focale. L'amplitude des modifications se réduit quand les déplacements se font près des bords de la photo.

Photo-1		Informations	
Position		Champ visuel (deg):	37
Easting	451.540	Nb d'éol. dans le champ visuel:	3
Northing	5.110.226	Nb d'éol. pointe pales visible	3
Z(hauteur):	1,5	Nb d'éol. nacelle visible:	3
Altitude: 661,6 m		Eol. la plus proche (m):	1172
Azimuth prise de vue: 288		Eol. la plus éloignée (m):	1480
Direction du vent: 0			
<input type="checkbox"/> Photo avec boussole			
<input type="checkbox"/> Ouvrir cette fenêtre au lancement du photomontage			
		Actualiser	

La position de la prise de vue peut être ajustée dans la fenêtre *Propriétés de l'objet Caméra*, mais aussi dans la fenêtre, ci-contre, qui apparaît avec la fenêtre de calage, voir Figure 12. Pour que les modifications prennent effet, il clique sur le bouton *Actualiser*.

Si vous avez fermé cette fenêtre, pour l'ouvrir de

nouveau il faut cliquer sur le bouton  de la barre d'outils de la fenêtre de calage.

Cette fenêtre présente des informations supplémentaires : angle champ de vision, éoliennes visibles,...

5.1.3.5 Calage de la photo en utilisant la ligne d'horizon

En cochant l'option *Ligne d'horizon*, au bas du tableau de contrôle, la ligne d'horizon est tracée en jaune sur la photo, voir Figure 13, et sur la carte, voir Figure 14. Le tracé est calculé en balayant par pas de 1 degré l'angle de champ horizontal de la *Caméra*.

Si le relief est marqué, la *Ligne d'horizon* est un moyen efficace de caler la photo. Il faut s'assurer que le MNT est suffisamment étendu pour que la *Ligne d'horizon* soit correctement calculée.

Sur la carte, la ligne d'horizon indique les points les plus élevés du paysage visibles depuis le point de la prise de vue.

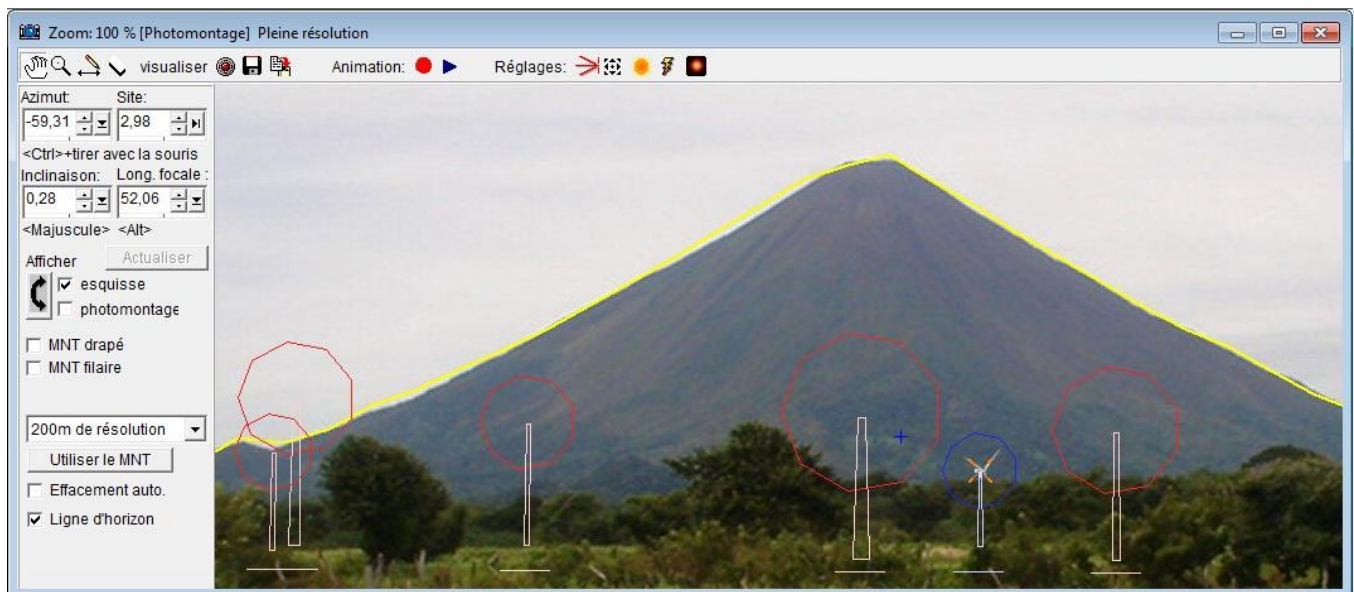


Figure 13

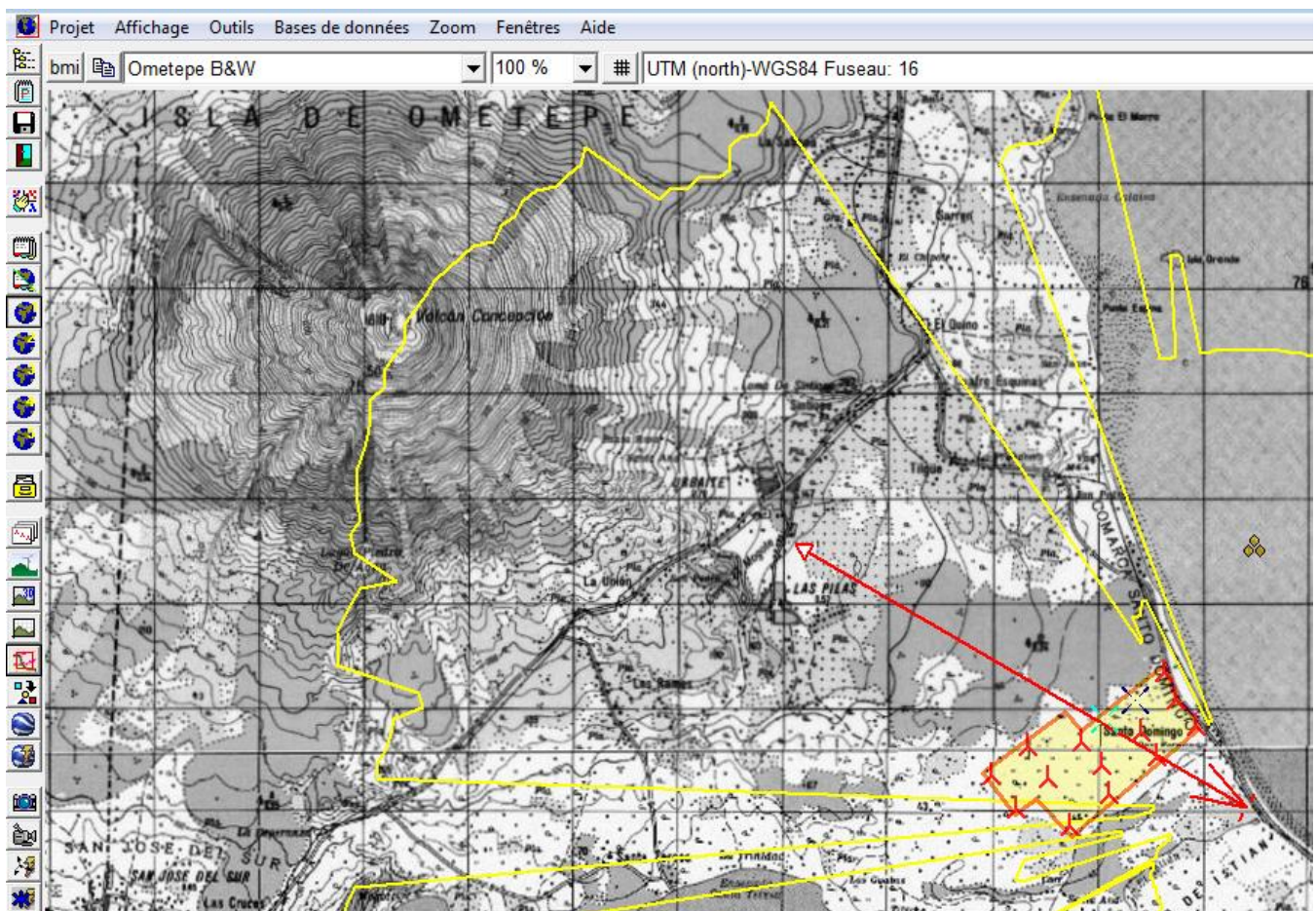


Figure 14

La position de l'éolienne par rapport l'horizon est indiquée par la barre horizontale apparaissant à son pied quand le mode *esquisse* est coché. Si la couleur de la barre est identique à celle de la silhouette de l'éolienne alors elle se trouve devant l'horizon, si la barre apparaît en rouge cela indique que la partie du mât sous la barre est masquée. Cette information est essentielle pour les photomontages de projets offshore.

Dans l'exemple de la Figure 15, le pied de l'éolienne à droite n'est pas masqué et dans le groupe d'éoliennes à gauche les pieds des trois machines les plus éloignées sont masqués.



Figure 15

5.1.3.6 Calage de la photo en utilisant des repères

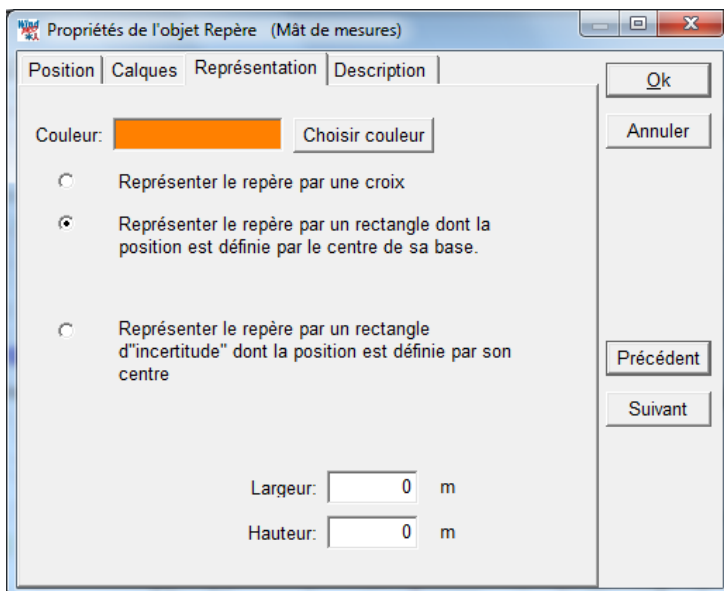


Une manière efficace de vérifier le bon calage de la photo est l'utilisation de repères que l'on peut identifier sur la carte et sur la photo (château d'eau, par ex.).

Un bon jeu de repères est formé de repères éloignés du point de prise de vue de plusieurs km et comportant au moins un point sur le côté gauche de la photo et un sur le côté droit. Si vous avez des doutes sur la position de la prise de vue, il convient d'ajouter des repères proches.

Les repères permettent de vérifier la précision des informations entrées dans l'objet *Caméra*, mais aussi de lever certaines inconnues (focale, par ex.) et d'affiner certains paramètres (azimut de la prise de vue, par ex.). Plus il y a d'inconnues/incertitudes plus le nombre de repères doit être important pour effectuer un calage correct. Le nombre et le bon choix des repères dépendent des inconnues ; ainsi des repères situés près de l'emplacement des futures éoliennes donneront un photomontage montrant les éoliennes précisément placées sur la photo, des repères éloignés et situés sur les côtés de la photo permettront d'ajuster la focale avec précision et de restituer un photomontage avec des éoliennes aux proportions correctes par rapport aux autres éléments du paysage. Si les repères ne sont pas représentés sur la carte on peut les introduire à partir de leur coordonnées relevées par GPS ou en utilisant un photographie aérienne.

L'objet *Repère* permet d'introduire dans WindPRO les informations relatives aux repères que l'on veut utiliser pour le photomontage.



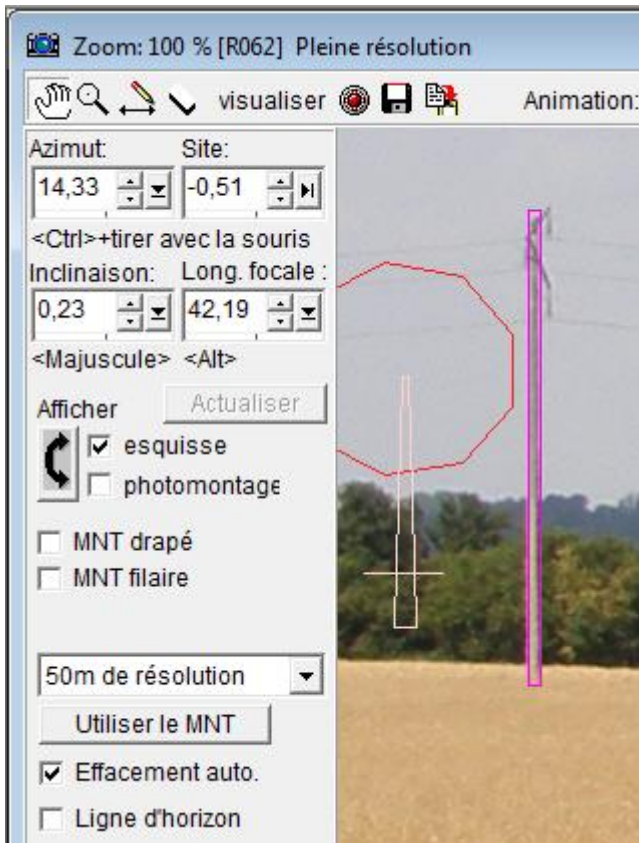
Le *Repère* est positionné à partir des coordonnées (x,y,z) introduites dans l'onglet *Position*.

La *Représentation* du *Repère* dans la fenêtre de photomontage peut être une simple *croix* matérialisant un point ou un *rectangle* (dont il faut indiquer la *Largeur* et la *Hauteur*).

On peut indiquer si la hauteur entrée est le centre de la base du rectangle, ou le centre du rectangle lui-même. Voir Figure 16.

Figure 16




Sur le terrain, pour déterminer la hauteur d'un repère (cloché, pylône, etc.) visez le point, relevez l'angle donné par l'inclinomètre, mesurez la distance vous séparant du repère et calculez la hauteur par un simple calcul trigonométrique. Si l'angle = 45° alors la hauteur = la distance.



Quand les *Repères* ont été créés sur la carte, il faut les faire coïncider avec les repères sur la photo en agissant sur l'*Azimut*, le *Site*, l'*Inclinaison* et la *Long. Focale* (on suppose que la position de la prise de vue est connue), voir Figure 17.

Figure 17

5.1.3.7 Calage de la photo en utilisant les objets *Obstacle*, *Météo* et *Eolienne*

-  L'utilisation de l'objet *Obstacle* est très pratique quand les repères ont une forme de parallélépipède tels que des édifices, des routes droites, etc. Dans la fenêtre de calage, l'objet apparaît sous forme d'un parallélépipède de couleur bleu clair.
-  L'objet *Météo* peut également être utilisé. Dans la fenêtre de calage, il apparaît sous forme d'un trait vertical barré de segments horizontaux situés à la hauteur des anémomètres.
-  Si sur la photo, il y a des éoliennes (extension d'un parc existant par ex.), on peut créer des objets éoliennes et faire coïncider, dans la fenêtre de calage, l'esquisse des éoliennes avec leur image sur la photo. Notez que l'esquisse du rotor est toujours présentée face à la prise de vue et que la hauteur de l'esquisse du mât n'est pas la *Hauteur de moyeu* entrée dans l'objet éolienne mais la vraie hauteur du mât, dans l'opération de calage il faudra donc faire coïncider le haut de l'esquisse du mât avec le bas de la nacelle sur la photo.



L'utilisation de ces trois objets est illustrée dans la figure ci-contre.

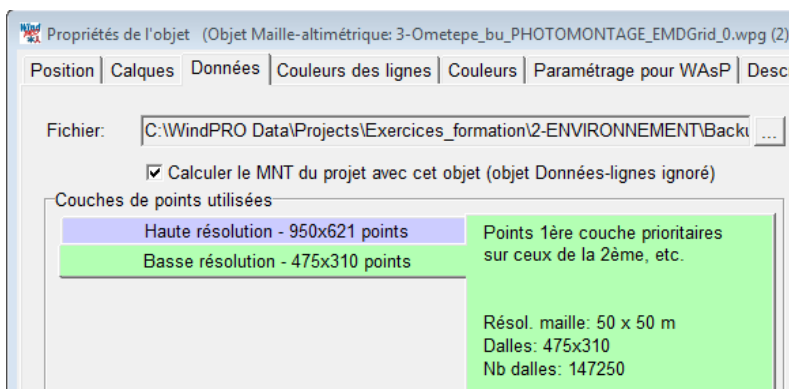
5.1.3.8 Calage de la photo en utilisant le MNT

En cochant l'option *MNT filaire* dans le tableau de contrôle, la représentation filaire du MNT est affichée sur la photo, voir Figure 18.

Comme pour la *Ligne d'horizon*, la représentation filaire du MNT peut être un moyen efficace de caler la photo.

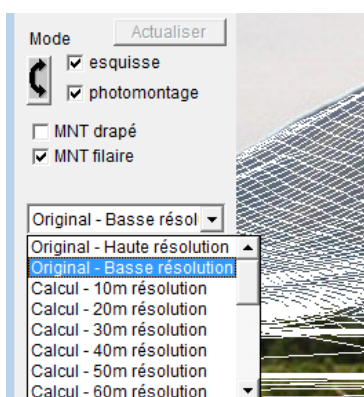


Figure 18



La génération de la représentation filaire du MNT peut être assez longue. L'utilisation d'une maille-altimétrique dans sa résolution native (avec un objet *Maille-altimétrique*) permet des calculs plus rapides qu'avec des courbes de niveau (objet *Données-lignes*). N'oubliez pas de cocher l'option *Calculer le MNT du projet avec cet objet*, voir Figure 19.

Figure 19



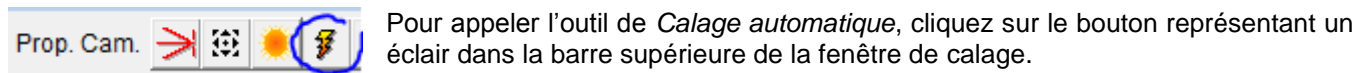
Si l'objet *Maille-altimétrique* contient des couches de données altimétrique avec des résolutions différentes, veillez à leur donner un nom significatif afin de pouvoir les distinguer dans le menu de la fenêtre de calage, voir Figure 20

Figure 20

Un test effectué à partir d'un point de vue situé à 20 km du futur parc (la photo couvre donc une zone très étendue) a requis 15mn pour la génération filaire du MNT en utilisant des courbes de niveau et moins de 5s en utilisant une maille altimétrique.

5.1.3.9 Calage automatique de la photo

S'il y a des repères, WindPRO peut effectuer automatiquement le calage de la photo.



Avant de lancer l'opération de calage automatique, il faut indiquer à WindPRO la correspondance entre les repères sur la photo et ces mêmes repères sur la carte.

Dans l'exemple de la Figure 21, il y a deux éoliennes existantes (à gauche) et un silo (à droite). Sur la carte de travail, les deux *Eoliennes-existantes* et un *Repère* rectangulaire ayant les dimensions du silo ont été créés et placés aux bons endroits.



Figure 21

Pour établir la première correspondance, cliquez avec le bouton droit de la souris sur l'icône d'une des éoliennes sur la carte et choisissez dans le menu contextuel *Position sur la photo* et *Pointer le sommet du mât sur la photo*, voir Figure 22, puis cliquez avec le bouton gauche de la souris sur le sommet du mât de l'éolienne sur la photo. Répétez l'opération pour la deuxième éolienne et pour le silo afin obtenir le résultat de la Figure 21 où on voit les correspondances entre les repères sur la photo et sur la carte matérialisées par des segments.

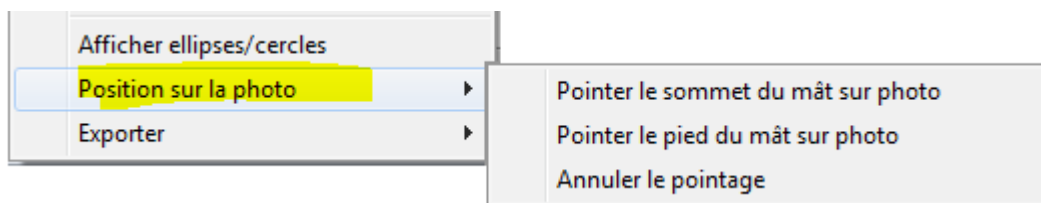
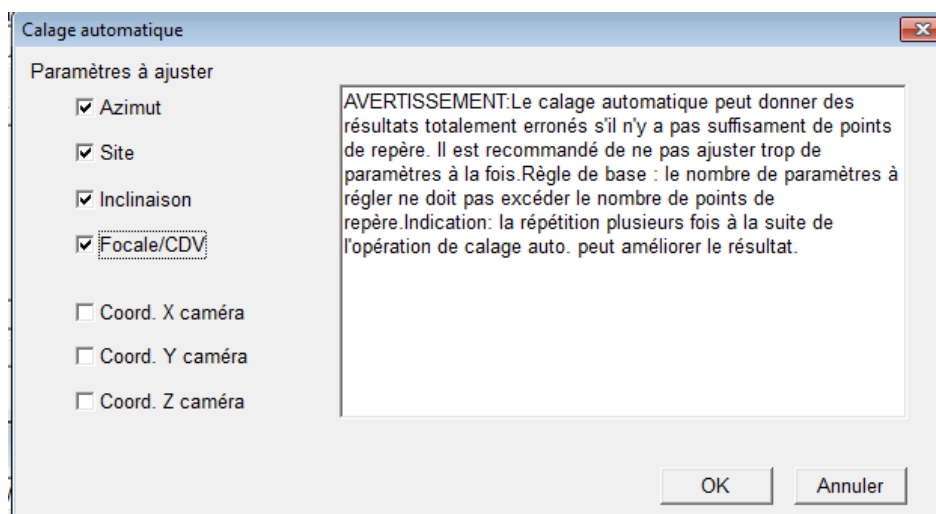


Figure 22



Après avoir établi les correspondances, cliquez sur le bouton en forme d'éclair pour ouvrir la fenêtre de paramétrage du *Calage automatique* et cochez les paramètres sur lesquels doit agir WindPRO puis cliquez sur **OK** pour lancer le calage automatique de la photo, voir Figure 23.

Figure 23



La Figure 24 montre le résultat du calage réalisé par WindPRO.

Figure 24

Plus le nombre de repères est important et plus les possibilités de réaliser un calage correct sont importantes. Moins le nombre de paramètres à ajuster est important et plus précisément le logiciel calculera les paramètres inconnus.

Les 7 paramètres de la fenêtre de la Figure 23 peuvent être ajustés en une seule opération à conditions d'avoir plusieurs bons repères.

Si vous disposez de peu de repères, plusieurs solutions peuvent donner un calage apparemment correct, il est donc conseillé de vérifier la pertinence des valeurs calculées par le logiciel.

5.1.3.10 Génération du photomontage



Pour générer le photomontage, cliquez sur le bouton rouge *Créer*. Quand le bouton devient vert la création des éoliennes et des objets à visualiser est terminée. Dès qu'un changement est fait, le bouton redevient rouge et il faut relancer l'opération pour actualiser le photomontage.

Par défaut, toutes les éoliennes et les objets des calques visibles (voir 5.1.3.2, onglet *Objets*) seront créés sur la photo.

La visualisation du photomontage permet de juger le réalisme du rendu.

Par exemple, les éoliennes peuvent apparaître sombres alors que le paysage de la photo est ensoleillé, dans ce cas, le défaut peut être dû à une indication de l'heure de prise de vue erronée ou à un paramétrage des conditions de lumière incorrect.

Si les proportions des éoliennes vous semblent incorrectes, il faut vérifier les paramètres de l'onglet *Caméra* et éventuellement ajouter des repères. Il se peut aussi que les données de visualisation de la *Bibliothèque d'éoliennes* soient incorrectes, il faut alors ouvrir la fiche de l'éolienne et vérifier son contenu (voir section 2, BASIS).



L'exemple de la Figure 25, montre un paramétrage incorrect, en effet, les éoliennes créées par le logiciel sont beaucoup trop claires par rapport aux éoliennes existantes.

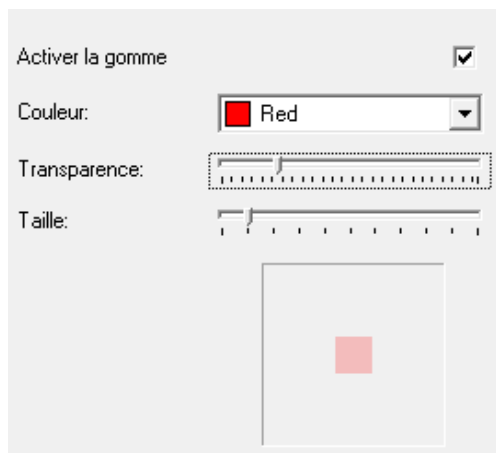
Figure 25

5.1.3.11 Suppression des parties masquées

Effacement auto. Quand les données altimétriques sont présentes, WindPRO peut supprimer automatiquement les parties masquées par le relief, à cet effet il faut cocher l'option *Effacement auto.* Si la résolution des données altimétriques est insuffisante, il sera nécessaire d'affiner l'opération manuellement.



La suppression des parties masquées par la végétation, les édifices, etc., se fait manuellement à l'aide de l'outil *Gomme*. Pour utiliser l'outil, cliquez sur le bouton représentant une gomme dans la barre supérieure de la fenêtre de photomontage, la fenêtre de la Figure 26 s'ouvre :



Dans cette fenêtre on peut régler la *Taille* de la gomme, choisir la *Couleur* témoin des parties effacées et sa *Transparence*.

Figure 26

Pour effacer, déplacez la gomme sur les parties masquées avec le bouton gauche de la souris enfoncé. Pour rétablir des parties effacées, procédez de la même manière mais avec le bouton droit de la souris enfoncé. Dans les parties gommées WindPRO ne peut pas modifier la photo.

Dans le cas Figure 27, on pourrait gommer toute la colline, de cette manière, si on change les éoliennes de place leur partie masquée par la colline ne sera pas créée évitant ainsi de répéter l'opération de gommage à chaque changement.

Note : en l'occurrence, il est plus pratique d'utiliser l'option *Effacement auto.*

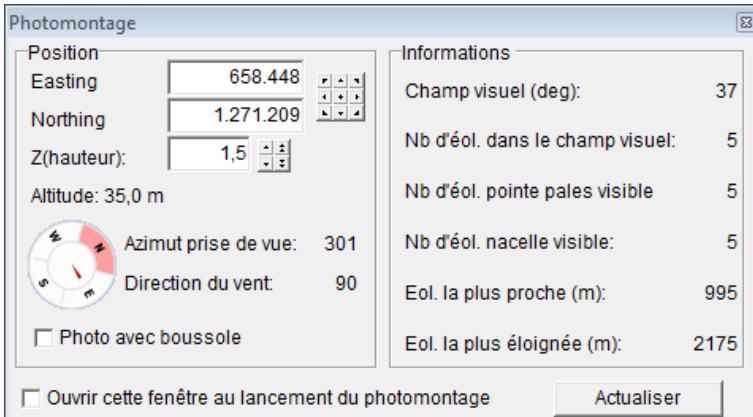


Figure 27

5.1.3.12 Ajustement de la position de prise de vue et autres informations



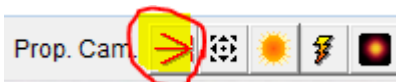
Il est possible d'ajuster la position de la prise de vue sans quitter la fenêtre de photomontage, pour cela cliquez sur le bouton avec des flèches situé dans la barre supérieure, la fenêtre de la Figure 28 s'ouvre :



Dans le cadre *Position*, vous pouvez ajuster la position de la prise de vue en cliquant sur les flèches du pavé.

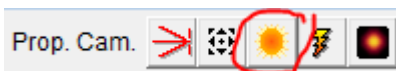
Le cadre *Informations* réunit des informations qu'il est pratique d'avoir sous les yeux lors du travail de calage de la photo.

Figure 28

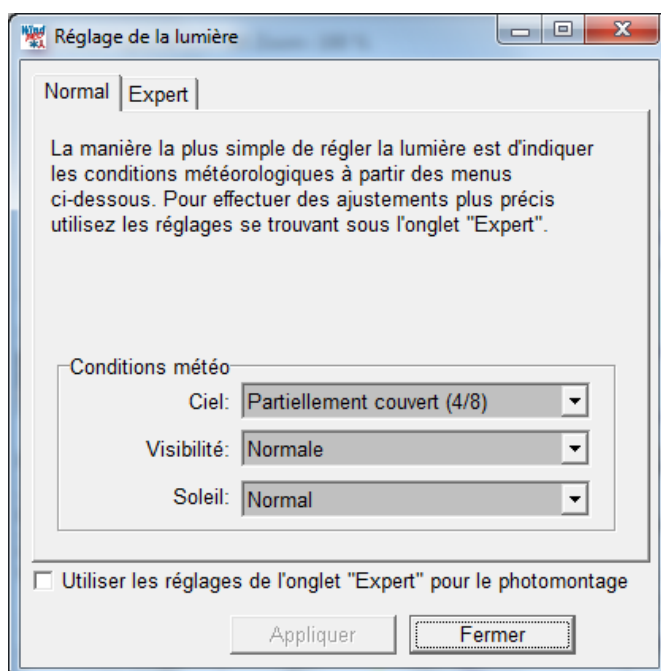


Il est possible d'aller directement à l'onglet *Caméra* de la fenêtre *Propriétés de l'objet Caméra*, voir 5.1.3.2, en cliquant sur la flèche rouge située dans la barre supérieure de la fenêtre de photomontage.

5.1.3.13 Réglages expert de la lumière



Il est possible d'ajuster les réglages de la lumière sans quitter la fenêtre de photomontage, pour cela cliquez sur le soleil situé dans la barre supérieure, la fenêtre *Réglage de la lumière* de la Figure 29 s'ouvre, elle propose deux niveaux de réglage *Normal* et *Expert*.



Le mode *Normal* fait appel aux mêmes paramètres que ceux de l'onglet *Réglage du rendu des Propriétés de l'objet Caméra*.

Figure 29

Le mode *Expert* propose des réglages avancés exposés à la suite.

Par exemple, lors de l'extension d'un parc, si les réglages du mode *Normal* ne permettent pas un rendu des nouvelles éoliennes en harmonie avec les éoliennes existantes, on peut utiliser le mode *Expert* qui permet d'agir directement sur la *Couleur* des éoliennes et sur la *Lumière*, voir Figure 30.

Vous pouvez faire le *Choix de la couleur* sur la palette de couleurs ou *Prélever un échantillon* de couleur sur une éolienne existante avec la pipette. Attention : la couleur d'une éolienne n'est pas une couleur uniforme mais un ensemble de nuances qui ne pourra pas être récréé exactement.

D'autre part, le rendu de la couleur dépend de la lumière qui l'éclaire . L'onglet *Lumière* permet d'agir sur les différentes sources de lumière qui éclairent l'éolienne.

Le mode *Expert* doit être utilisé avec circonspection car il peut être très consommateur de temps ; en effet, les ajustements sont difficiles à maîtriser et les résultats peuvent être inattendus.

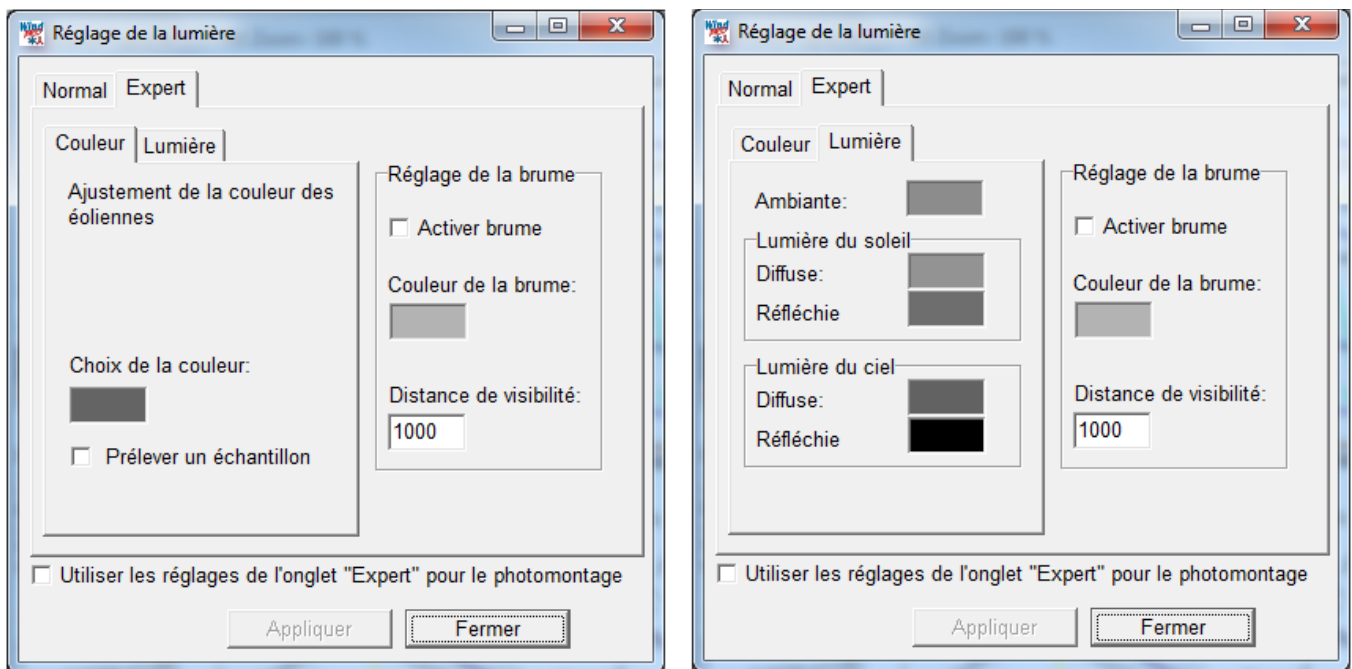


Figure 30

5.1.3.14 Intégration d'images au photomontage

Il est possible d'intégrer au photomontage des images (arbres, édifices, véhicules, etc.). Cette possibilité est principalement utilisée pour faire des photomontages basés sur des paysages recréés artificiellement et parfois pour ajouter des éléments au paysage.

La mise en œuvre de cette possibilité est détaillée dans le chapitre consacré à 3D-Animator.

5.1.3.15 Intégration de texte au photomontage

T Les textes insérés sur la carte, à l'aide de l'objet *Texte*, peuvent être visualisés dans le photomontage sous forme de *Panneau indicateur* comme montré à la Figure 31.



Figure 31

Afficher labels éols Cette option permet montrer sur le photomontage le texte des étiquettes accrochées aux éoliennes sur la carte, le bouton avec trois points permet de choisir le format du texte, voir Figure 32.

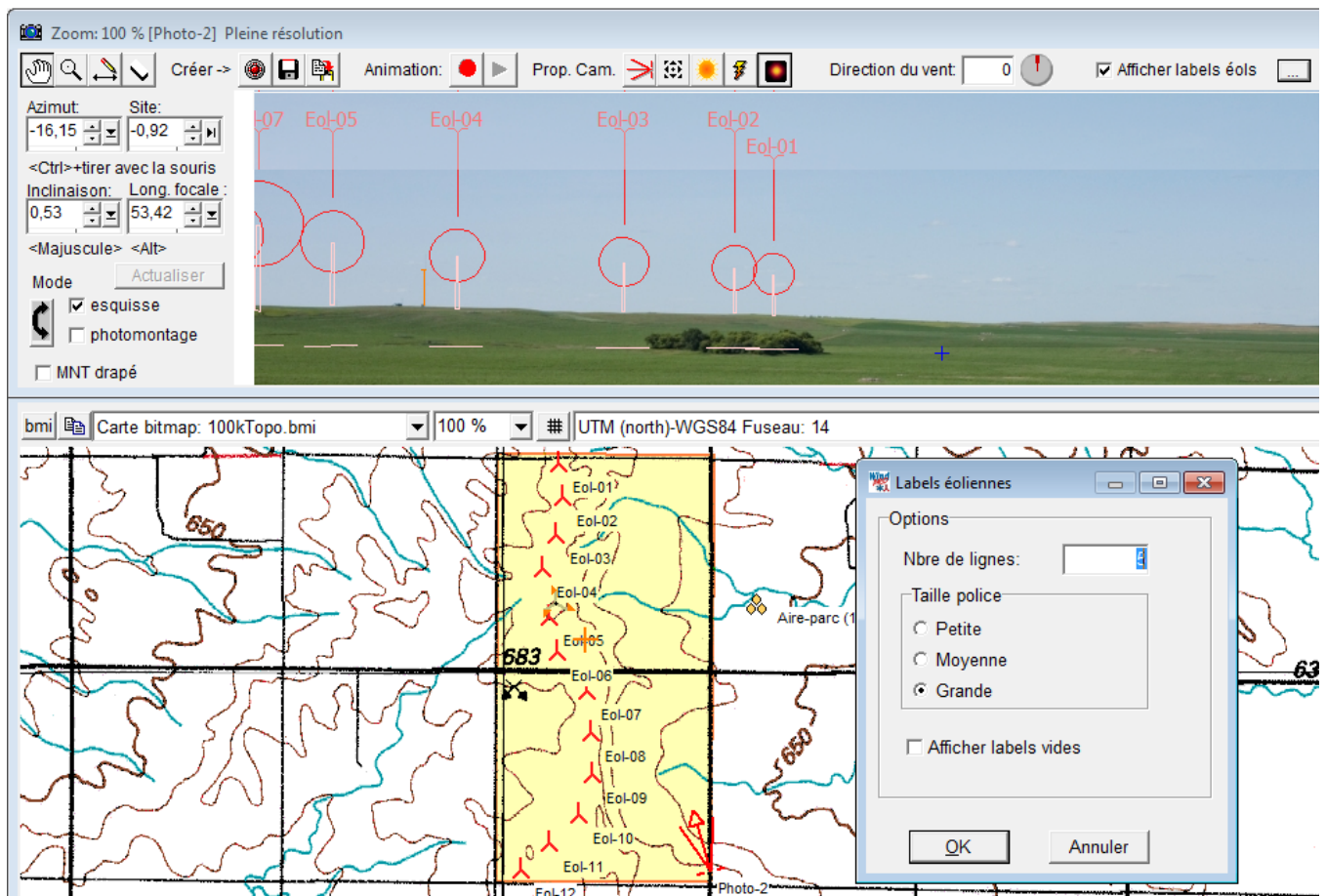
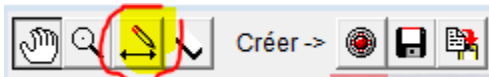


Figure 32

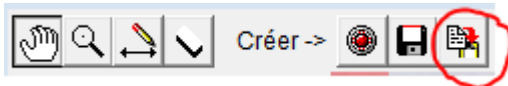


En cliquant sur le bouton représentant un crayon, situé dans la barre supérieure de la fenêtre de photomontage, on peut également ajouter du texte, des lignes et des flèches directement sur le photomontage

comme montré à la Figure 33.



Figure 33



Le bouton ci-contre, de la barre supérieure de la fenêtre de photomontage, permet de copier le photomontage dans le presse-papiers afin de le copier dans un ordre document.

5.1.3.16 Lumières de balisage aviation

On peut ajouter sur les photomontages les lumières de balisage des éoliennes.

La simulation des lumières fait appel à des images au format .bmp qui sont automatiquement mises à la bonne échelle en fonction de la distance de la prise de vue. Avec la présente version, l'ajustement de l'intensité de la lumière n'est pas possible.

Le choix de la lumière peut se faire individuellement pour chaque éolienne (ou pour l'ensemble des éoliennes, *Modification groupées...*) dans l'onglet *Visualisation* des *Propriétés de l'objet Eolienne*, voir Figure 34.

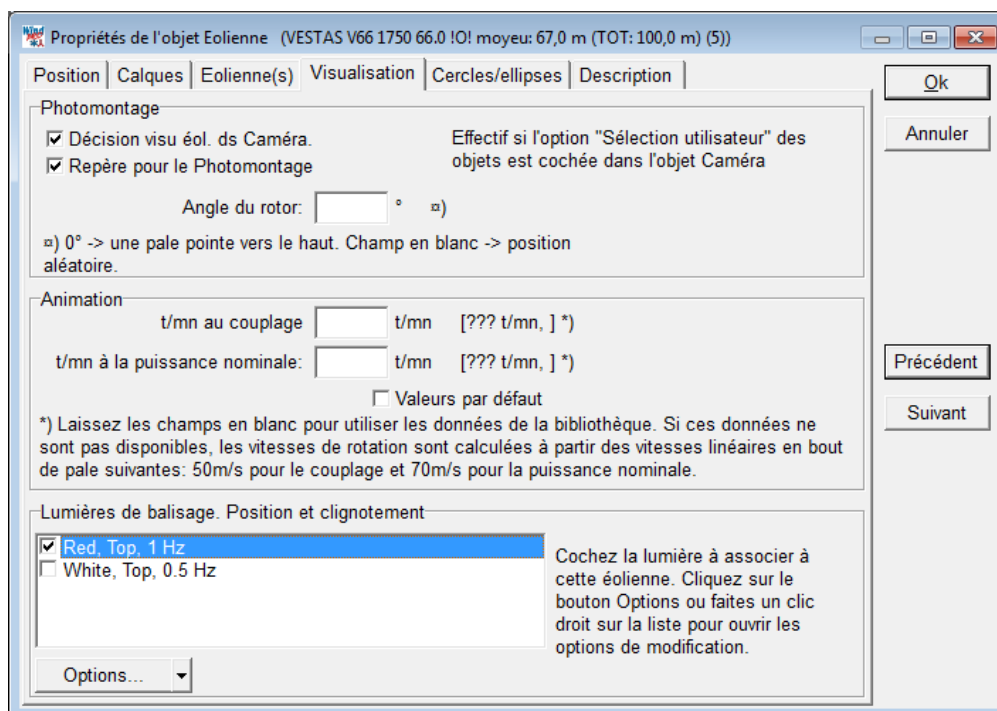


Figure 34

Le bouton *Options...* donne accès à la fenêtre *Modification lumière de balisage* de la Figure 35 où l'on peut régler les caractéristiques de la lumière :

- *Description* : permet d'introduire une courte description du réglage afin de le retrouver facilement.
- *Image* :
 - *Taille(m)* : permet d'indiquer la taille de la représentation de la lumière sur l'éolienne.
 - *Image* : donne un aperçu de l'image que l'on peut *Charger* à partir d'un fichier, *Enregistrer*,...
- *Position par rapport à la nacelle et au moyeu, clignotement* :
 - *Décalage vertical* : permet de faire coulisser la lumière verticalement, un décalage de 0 place la lumière sur le dessus de la nacelle.
 - *Décalage horizontal* : permet de faire coulisser la lumière horizontalement, un décalage de 0 place la lumière dans l'axe du mât.
 - *Lumière clignotante* : cette option permet de restituer le clignotement de la lumière dans les animations.
 - *Fréquence* : détermine la durée d'un cycle complet.
 - *Durée allumée* : indique la durée d'allumage de la lumière en pourcentage du la durée du cycle.
 - *Retard à l'allumage* : permet d'introduire un délai de démarrage du cycle. Des retards différents décalent l'allumage des lumières (utile quand plusieurs parcs sont représentés).

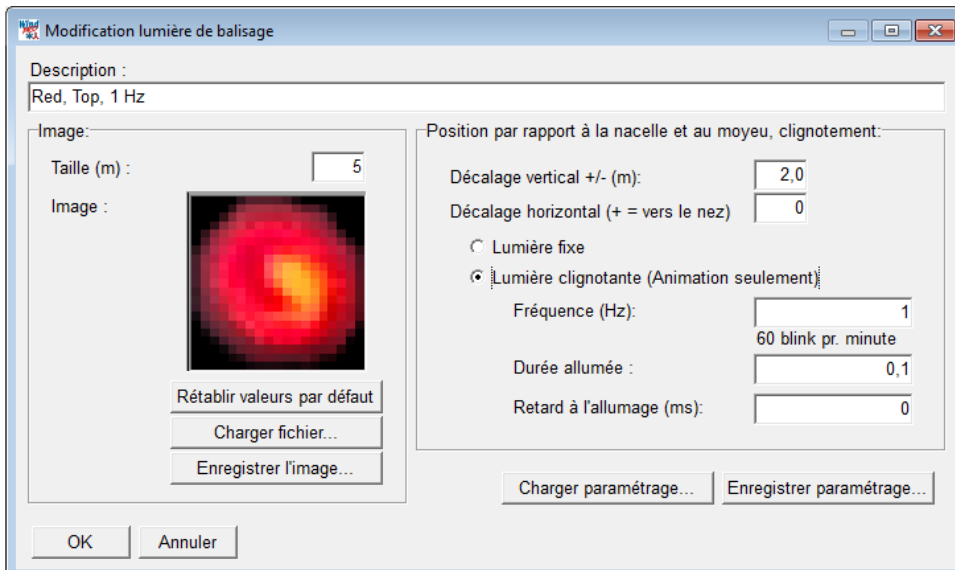


Figure 35



Après avoir choisi la lumière de balisage, voir Figure 34, le bouton ci-contre, de la barre d'outils, détermine si le photomontage montrera les lumières de balisage ou pas.

5.1.4 Réalisation d'une simulation à partir d'un paysage artificiel

Les simulations basées sur des paysages artificiels sont utiles en terrain complexe pour appréhender les effets du relief sur les éoliennes. Dans ce contexte, l'absence d'information sur la couverture du terrain (végétation, édifices,...) est sans importance car ses effets sont négligeables par rapport à ceux du relief. .

Si on ne considère que l'impact visuel, bien que moins réaliste, le perçu à partir d'une simulation basée sur un paysage artificiel reste significatif.

Quand on réalise un photomontage, l'utilisation d'un paysage artificiel est un moyen de vérifier le bon calage de la photo, voir 5.1.3.8.

Enfin, l'utilisation d'un paysage artificiel permet aussi d'identifier facilement les éoliennes ou les parties d'éolienne qui sont masquées par le relief car elles sont automatiquement effacées.

5.1.4.0 Données altimétriques

Le paysage artificiel est créé à partir d'un modèle numérique de terrain (MNT) qui est calculé à partir des courbes de niveau. Il est par conséquent nécessaire d'importer ou de numériser manuellement les courbes de niveaux. La mise en œuvre de l'objet *Données-lignes* pour la numérisation ou l'importation des courbes de niveau est décrite dans la section 2, BASIS.

Important lors de la création de l'objet *Données-lignes* :

- Cochez l'option *Calculer le MNT du projet avec cet objet* dans l'onglet *MNT des Propriétés de l'objet*.
- Dans l'onglet *Représentation des Propriétés de l'objet*, indiquez les dimensions de la *Surface affichée* (matérialisé par un rectangle jaune) de façon à vérifier les courbes de niveau couvrent toute l'étendue du paysage à créer.

Note : les mêmes remarques et recommandations s'appliquent si un objet *Maille-altimétrique* est utilisé.

5.1.4.1 Paramétrage de l'objet Caméra

Le paramétrage de l'objet *Caméra* est identique à celui décrit antérieurement aux exceptions suivantes près :

Onglet *Photo / AR plan*

Cochez l'option *Choisir la couleur de l'A/R plan* ou cliquez sur le bouton *Choisir le ciel de l'A/R plan* pour utiliser un ciel de la bibliothèque d'images.

Indiquez la taille de l'image dans le cadre *Taille de l'image si une photo n'est pas utilisée*.

Onglet *Utilisation du MNT*

Voir Figure 36.

Dans cet onglet se définissent le type de représentation du terrain et son étendue.

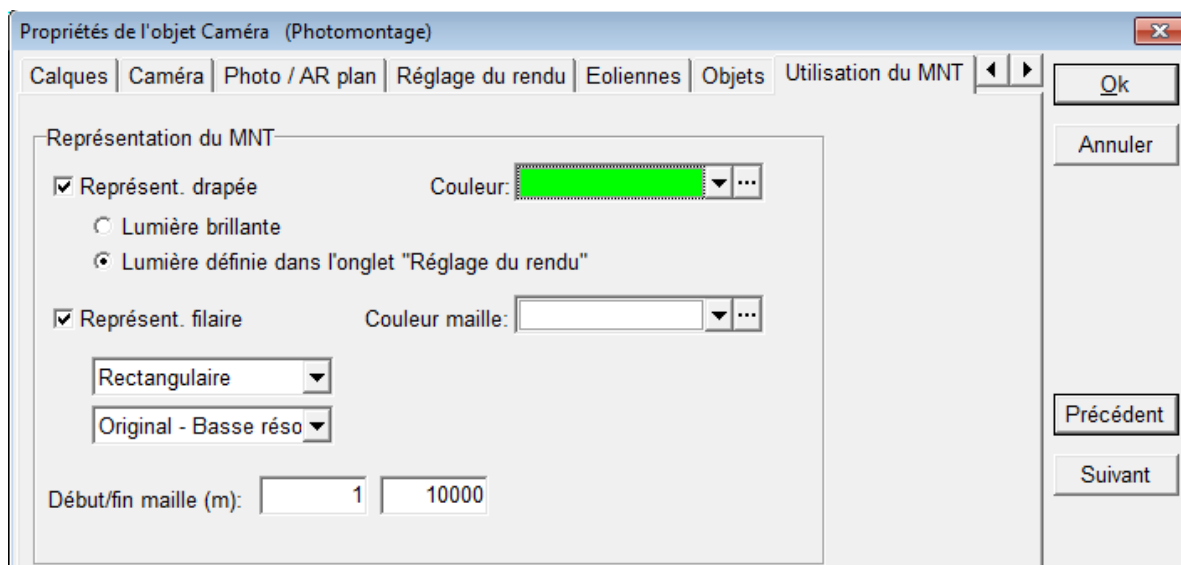


Figure 36

Représentation drapée : cette représentation habille le MNT avec un drapé dont on peut choisir la *Couleur*. Le drapé peut être éclairé uniformément par une *Lumière brillante* ou par la *Lumière définie dans l'onglet "Réglage du rendu"*, dans ce dernier cas le drapé est nuancé par des ombres calculées à partir de l'heure indiquée dans l'onglet *'Réglage du rendu*. Voir Figure 37.



Figure 37

Réprésentation filaire : deux types de maille sont proposées pour la représentation du terrain :

- *Triangulaire (MNT)* qui reprend les éléments triangulaires formant le MNT. Cette option est la plus précise et la plus rapide.
- *Rectangulaire* dont on peut choisir la résolution. Cette option permet un meilleur rendu visuel du relief, voir Figure 38.
- *Couleur maille* permet de choisir la couleur des fils de la maille.

Note : l'option *MNT filaire* de la fenêtre de photomontage permet superposer la maille sur la photo du paysage et de vérifier ainsi son calage.



Figure 38

Début/fin maille (m) : ces champs permettent de définir l'étendue du terrain à représenter. Les distances de *Début* et de *fin* sont comptées à partir de la position de l'objet *Caméra*.

Un *Début* = 1 est bien adapté quand les éoliennes se trouvent à moins de 3 km de la *Caméra*. En choisissant un *Début* loin de la *Caméra* on obtient un effet d'île sur l'eau, voir Figure 39.

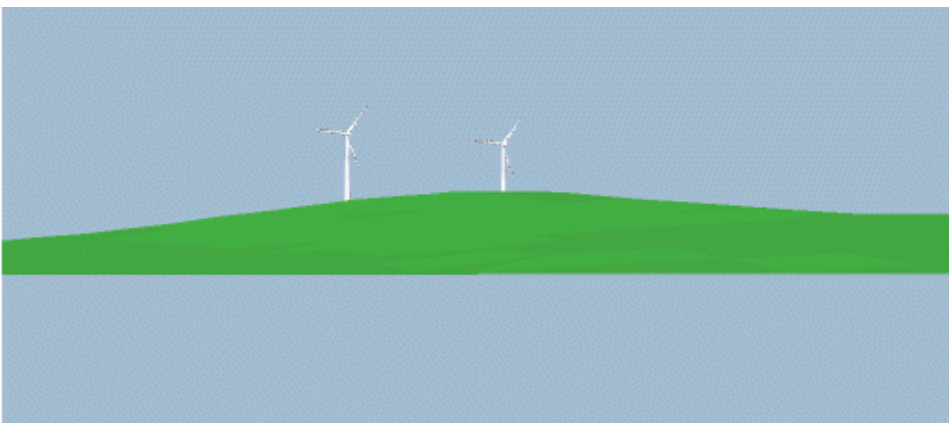


Figure 39

La *fin* est plus difficile à définir. Par exemple, si l'on veut utiliser la représentation du MNT pour caler une photo, il faut s'assurer que la valeur *fin* englobe les éléments du relief qui forment la ligne d'horizon, comme des collines derrière les éoliennes...

La Figure 39 est la représentation artificielle du paysage de la photo de la Figure 40.



Figure 40

Figure 41 est la représentation artificielle d'un paysage montagneux de la Grèce où on voit que le relief est rendu avec un grand réalisme.



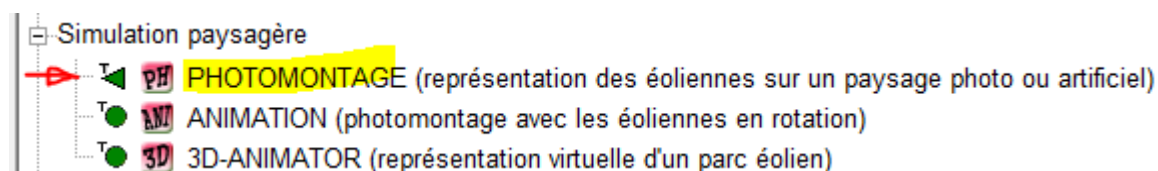
Figure 41

Le module PHOTOMONTAGE bénéficie des développements du module 3D-Animator, on peut maintenant couvrir le relief avec des éléments de paysages (arbres, maisons, etc), voir 5.1.3.14.

5.1.5 Impression et exportation des photomontages

Les résultats des photomontages peuvent être matérialisés de différentes manières :

1/ Création d'un rapport en lançant le calcul *PHOTOMONTAGE*



Les options représentation du rapport permettent de personnaliser la présentation en combinant une image avec une carte, en présentant les images pleine page ou en groupant plusieurs images par page, etc.

2/ Création de fichiers image



Une fois le photomontage terminé, il suffit de cliquer sur le bouton en forme de disquette situé dans la barre d'outils de la fenêtre de photomontage, pour créer le fichier image. Plusieurs formats sont disponibles pour la création des fichiers.

3/ Le photomontage peut être superposé au paysage de Google Earth en exportant l'objet *Caméra* vers Google Earth.

A la suite quelques remarques générales sur les supports de visualisation :

- PC : c'est la manière la plus simple et la plus pratique.
- TV ou vidéo projecteur : en général la visualisation sera dégradée car ces appareils ont une résolution inférieure à celle d'un PC.
- Papier : la qualité du rendu varie du moins bon (réalisation amateur avec papier normal et imprimante jet d'encre bas de gamme) au meilleur (réalisation par un laboratoire photo professionnel).
- Films pour projecteur de diapositives ou rétro-projecteur : ces supports sont devenus désuets. Comme pour le papier la qualité du résultat varie du moins bon au meilleur.

5.2 Animation 2D

Le module ANIMATION de WindPRO permet de réaliser une petite vidéo ou l'on montre un photomontage avec les pales des éoliennes en rotation.

Pour visualiser le fichier vidéo sur un PC, il n'est pas nécessaire d'avoir WindPRO, il suffit d'avoir le lecteur développé par EMD *EMDplayer.exe* qui se trouve dans le dossier d'installation de WindPRO, on peut aussi le télécharger à partir de notre site www.emd.dk (il est librement diffusable).

Il est également possible d'exporter l'animation en format Flash, on peut ainsi la visualiser avec un navigateur standard (Internet Explorer, Firefox,...) et la mettre en ligne sur Internet.

L'animation permet de percevoir l'effet de la rotation des pales qui n'est pas rendu par le photomontage. On peut, ainsi, se rendre compte des différences de sensation produites par les petites éoliennes dont les vitesses de rotation sont élevées et par les grandes éoliennes dont les vitesses de rotation sont beaucoup plus faibles. De plus l'animation permet faire clignoter les lumières de balisage

5.2.0 Méthode de réalisation de l'animation 2D

La vidéo est réalisée à partir d'une séquence de photomontages où les rotors des éoliennes sont tournés par incréments successifs de quelques degrés jusqu'à compléter un cycle. Ensuite il suffit de répéter la séquence en boucle pour visualiser les éoliennes en rotation.

Le programme détermine automatiquement le nombre d'images nécessaire pour réaliser un cycle complet. Afin d'avoir le meilleur compromis entre la durée de génération des images, la taille du fichier vidéo et la précision du rendu, une routine interne permet d'introduire un glissement des vitesses de rotation.

Note : EMD a préféré développer son propre lecteur car les utilitaires disponibles sur le marché se sont révélés inadéquats, soit parce qu'ils génèrent des dysfonctionnements soit parce qu'ils nécessitent une licence individuelle par utilisateur.

5.2.1 Etapes préparatoires

La première étape est la réalisation d'un photomontage en suivant la procédure décrite au 5.1. Sur les surfaces balayées par les rotors, il faut effacer toutes les parties pouvant masquer les pales, comme les lignes électriques de la Figure 42.

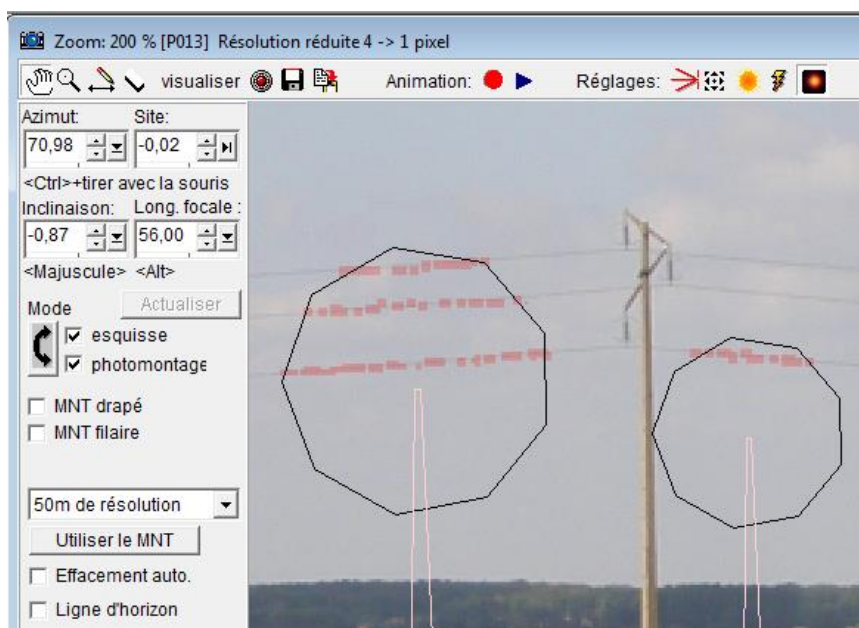


Figure 42

Il faut également vérifier que les vitesses de rotation sont consignées dans les fiches des éoliennes de la bibliothèque, sinon elles peuvent être introduites dans l'onglet *Visualisation des Propriétés de l'objet Eolienne*, voir Figure 43.

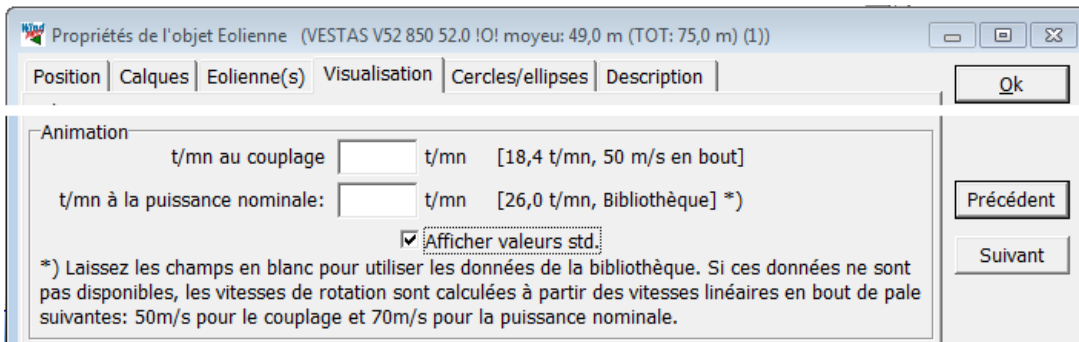
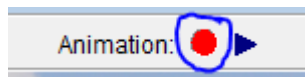


Figure 43

5.2.2 Création de l'animation



Pour lancer la création de l'animation, cliquez sur le bouton rouge situé dans la barre d'outils de la fenêtre de photomontage qui ouvre la fenêtre de paramétrage de la Figure 44.

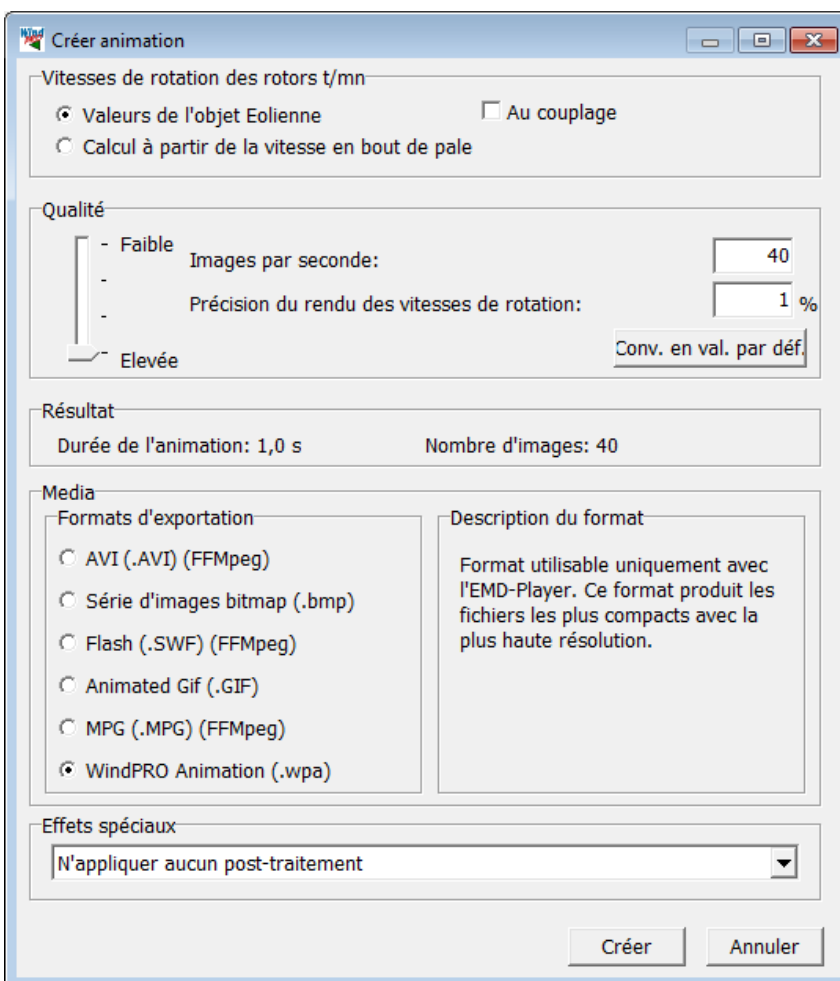


Figure 44

Dans la fenêtre *Créer animation* de la Figure 44, les choix suivants doivent être faits :

Vitesses de rotation des rotors t/mn : ces options permettent de choisir les vitesses de rotation, la Figure 43 donne des explications.

Qualité : deux paramètres définissent la qualité :

- le nombre d'*Images par seconde* (qualité du rendu visuel). Ce nombre devrait être compris entre 20 et 50. Un nombre d'images trop faible produit du papillotement. Un nombre d'images très élevé nécessite un PC « puissant » pour restituer l'animation à la cadence définie. La télévision utilise environ 25 images/s.
- la *Précision du rendu des vitesses de rotation* (fidélité par rapport à la réalité). Si les éoliennes ont des vitesses de rotation très différentes, il faudra beaucoup d'images pour restituer une vidéo fidèle à la réalité. Une routine interne permet de réaliser l'animation avec glissement des vitesses de rotation, un glissement de 5-10% est difficilement détectable et réduit considérablement le nombre d'images nécessaire et par conséquent le temps de génération de l'animation.

Résultat : dans ce cadre sont donnés la *Durée de l'animation* et le *Nombre d'images* calculés à partir des choix faits dans le cadre *Qualité*.

Média : dans ce cadre se fait le choix du format vidéo de l'animation. Plusieurs formats sont proposés :

- *AVI* : format vidéo non compressé.
- *MPG* : format vidéo compressé.
- *WindPRO Animation (.wpa)* : ce format a été développé par EMD, il se lit avec l'*EMDplayer* fourni avec WindPRO que l'on peut distribuer librement.
- *Animation GIF (.GIF)* : ce format est bien adapté à la mise en ligne, il peut être lu directement avec un navigateur Internet.
- *Série d'images bitmap (.bmp)* : cette option produit une série d'images qui peut être utilisée pour produire l'animation avec une autre application telle que Paint Shop Pro Animation.
- *Flash (.SWF) (FFMpeg)* : ce format est également adapté à lecture avec un navigateur Internet.

Une fois le paramétrage terminé, cliquez sur le bouton *Créer*, WindPRO vous demandera dans quel dossier devra être enregistré le fichier vidéo et la réalisation démarrera.

5.2.3 Visualisation de l'animation

Une fois l'animation réalisée, WindPRO vous propose de la visualiser. En acceptant cette proposition, l'animation est lue dans une fenêtre séparée, voir Figure 45.

Dans cette fenêtre, le menu *Animation* permet d'arrêter, de redémarrer, de modifier la vitesse de lecture de l'animation (en agissant sur cette dernière option, les vitesses de rotation ne seront plus fidèles à la réalité).



Figure 45

Pour visualiser l'animation avec un PC sans WindPRO, il faut copier le fichier vidéo .wpa et le lecteur *EMDplay.exe* dans le PC, lancer *EMDplay.exe* puis ouvrir le fichier .wpa à partir du menu *Animation* de la fenêtre qui s'est ouverte (identique à celle de la Figure 45).

5.3 Simulation en 3D

Le module *3D-ANIMATOR* permet construire artificiellement le paysage en drapant le relief reconstitué à partir des courbes de niveau. Pour le drapé on peut utiliser, une carte, une photo aérienne ou simplement une texture de la bibliothèque d'images de WindPRO.

Sur le drapé on peut ajouter des éléments de paysage comme des forêts, des maisons, des animaux, etc. en utilisant des objets *Données-surfaces*, *Eléments-visuels* et *Obstacles*.

Enfin les éoliennes sont représentées avec les pales en mouvement.

Voir Figure 46.

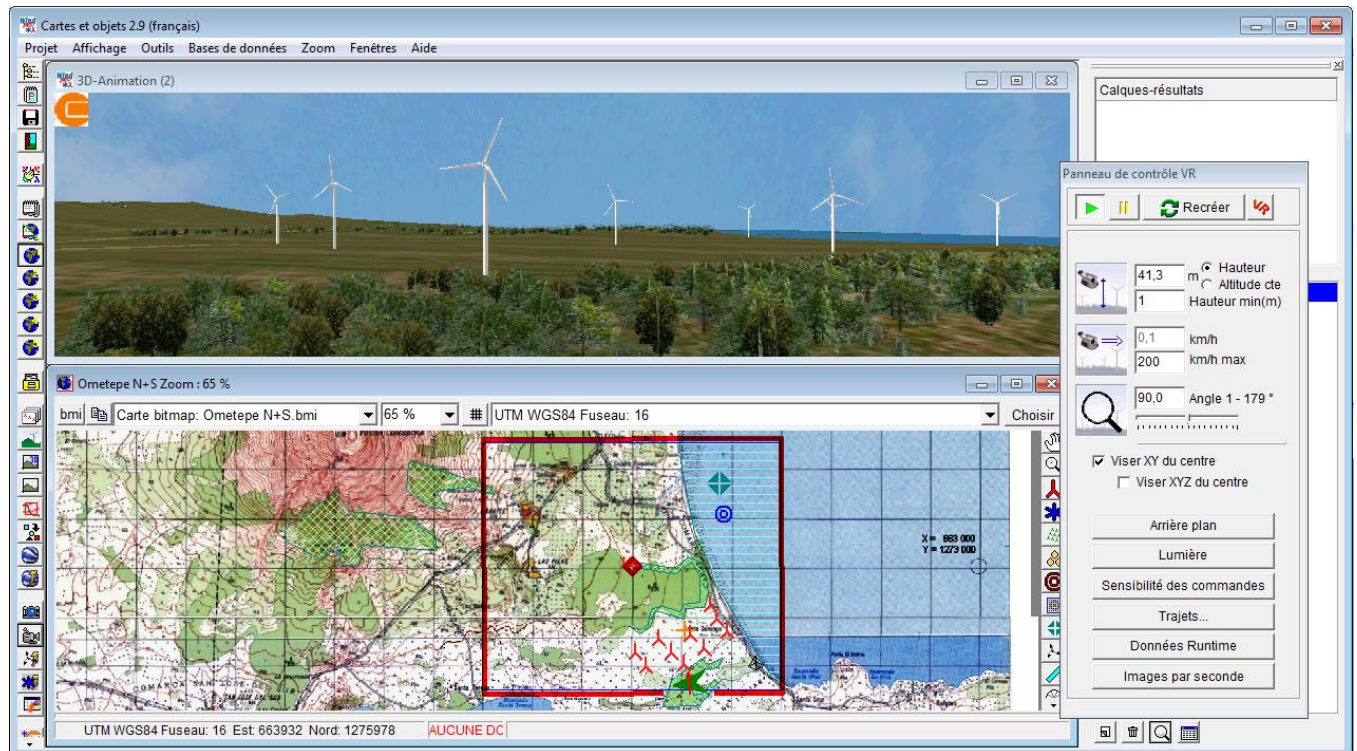


Figure 46

5.3.0 Méthode de réalisation d'une simulation en 3D

Le relief est reconstitué à l'aide de surfaces triangulaires définies par les coordonnées leurs sommets (modèle numérique de terrain calculé à partir des courbes de niveau). Chaque surface triangulaire est ensuite habillée et éclairée à partir des informations introduites par l'utilisateur.

La visualisation du paysage est faite à l'aide d'une caméra virtuelle. A partir des réglages de la caméra, position, focale, direction et angle de site le logiciel détermine les éléments du paysage à restituer, cette opération est répétée à chaque mouvement de la caméra à l'aide d'un « moteur » appelé Morfit. Ce moteur est utilisé, entre autres, pour réaliser des jeux vidéo.

5.3.0.0 Recommandations relatives au matériel et au système d'exploitation

Les recommandations faites dans ce paragraphe concernent uniquement le module *3D-ANIMATOR*. La mise en œuvre des autres modules de WindPRO est moins exigeante.

L'application *3D-ANIMATOR* est comparable à un jeu vidéo, elle demande donc une configuration matérielle adaptée. La taille des espaces virtuels à créer est un facteur très important ; un grand espace ne pourra être construit et visualisé confortablement qu'avec une configuration « puissante ». Un ordinateur d'ancienne génération équipé d'un Pentium III 600MHz et d'une carte graphique 3D permettra de visualiser de petits espaces (1000m x 1000m) avec un petit nombre d'éoliennes. La version du système d'exploitation est aussi très importante. Avec *3D-ANIMATOR* il faut utiliser Windows 2000 ou des versions plus récentes / XP / Vista / 7 / 8.

Les configurations minimale et recommandée sont les suivantes :

Configuration	Minimale	Recommandée
Processeur	1GHz Pentium 4	>= 2GHz Pentium 4
Carte graphique	3D avec 32 Mb RAM	Nvidia 3D avec >= 256 Mb RAM et antirénelage
Mémoire	256 Mb	>= 1 Gb
Système d'exploitation	>= Windows 2000	Windows XP / Vista / 7 / 8

5.3.1 L'objet VR



L'objet VR sert principalement à définir les dimensions de l'espace à visualiser et le drapé de sa surface, voir Figure 47. De nombreux autres réglages peuvent être faits à partir de cet objet mais ils peuvent aussi être faits à partir de la fenêtre *Tableau de contrôle VR* lors de la simulation.

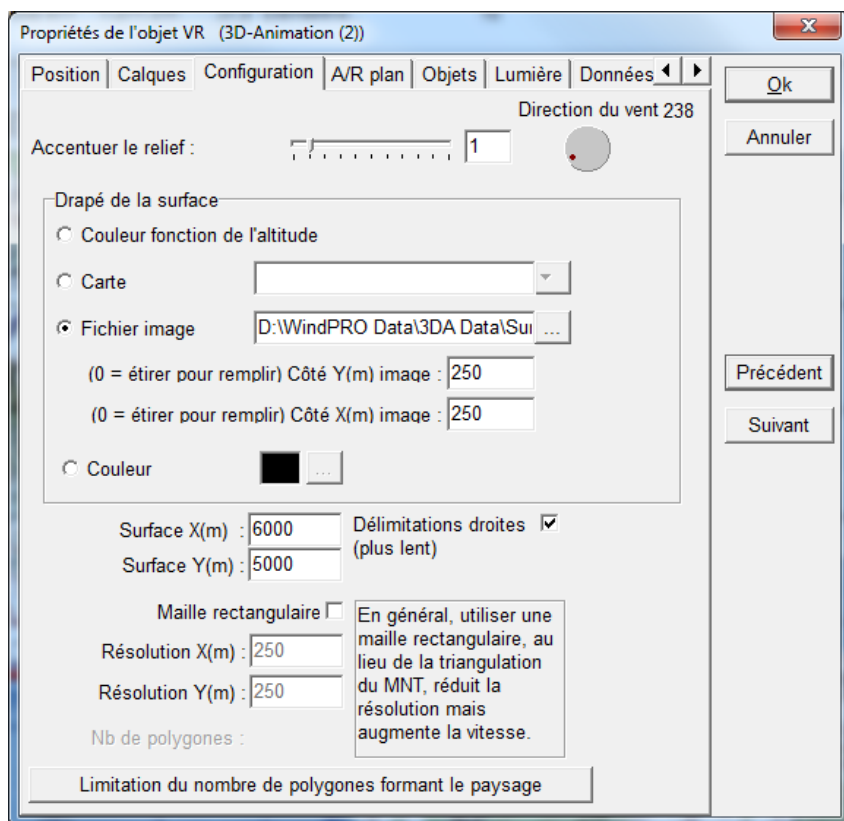


Figure 47

Les onglets *Position* et *Calques* sont communs à tous les objets, voir section 2, BASIS.

5.3.1.0 Onglet Configuration

(voir, Figure 47)

Accentuer le relief :

Cette commande amplifie les variations d'altitude afin de rendre le relief plus visible. Pour un rendu réaliste la valeur de l'accentuation doit être égale à « 1 ».

Drapé de la surface :

Les options de ce cadre permettent de définir l'habillage du MNT (modèle numérique du terrain). Le rendu le plus réaliste sera obtenu en utilisant une photo aérienne, mais des résultats très acceptables peuvent être obtenus en utilisant des images de la bibliothèque *3DA Data*.

- *Couleur fonction de l'altitude* : la coloration de la surface en fonction de l'altitude est une option très efficace pour voir comment sont placées les éoliennes par rapport aux points hauts du relief. De plus cette option est très économe en ressources machine.
- *Carte* : ce menu déroulant permet de choisir une des cartes du projet pour draper la surface. L'utilisation d'une carte permet de situer très exactement le point de vue. L'utilisation d'une photographie aérienne est l'option qui donne le rendu le plus réaliste, mais la photo devra être géoréférencée et intégrée à la liste des cartes du projet pour être utilisable (le géoréférencement est décrit dans la section 2, BASIS).
- *Fichier image* : cette option permet d'utiliser des images de la bibliothèque *3DA Data*. L'image peut être « étirée » pour couvrir toute la surface ou utilisée sous forme de dalles dont les dimensions peuvent être définies dans les champs *Côté Y(m)* et *Côté X(m)*.
- *Couleur* : faute de mieux, ou pour des représentations stylisées, cette option permet de choisir une couleur pour le drapé.

Surface X(m), Surface Y(m) :

Ces champs permettent de définir l'étendue de l'espace à visualiser en indiquant les longueurs des côtés de sa surface. Cette surface doit être de taille raisonnable (moins de 5000m x 5000m), si des étendues plus grandes doivent être représentées, il est conseillé de simplifier les courbes de niveau avec l'*Editeur EMD*.

Maille rectangulaire :

Le MNT (maille triangulaire formée à partir des courbes de niveau) s'il est très détaillé, peut être remplacé très avantageusement par une maille rectangulaire dont la résolution sera plus réduite mais très suffisante pour les besoins de la simulation. Une *Résolution* de 50m donnera des résultats d'un réalisme suffisant.

Limitation du nombre de polygones formant le paysage :

Cette limitation est en quelque sorte un filet de sécurité pour le travail avec 3D-ANIMATOR. En effet, il est très facile de créer involontairement un espace contenant un nombre monstrueux de polygones, nécessitant des heures de calcul pour sa création, et qui, de toute façon, serait trop grand pour être utilisable par votre ordinateur. Le but de cette limitation est d'épargner le temps et de ménager les nerfs des utilisateurs. De plus elle donne des informations utiles sur la source à l'origine du "flot" de polygones (quel objet). N'entrez pas une valeur trop élevée! Les éoliennes ne sont pas incluses dans ce test!

5.3.1.1 Onglet A/R plan

(voir Figure 48)

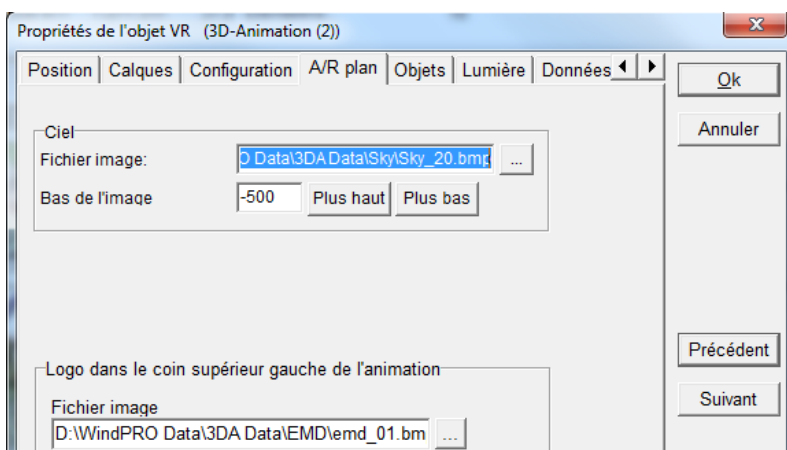


Figure 48

Ciel :

Dans ce cadre se fait le choix (dans la bibliothèque *3DA Data*) du *Fichier image* du ciel qui formera l'arrière-plan paysage. Sans fichier image, le ciel prendra la couleur du fond.

Alternativement, vous pouvez utiliser une de vos propres photos. Notez qu'il sera peut être nécessaire d'ajuster leur rapport largeur/hauteur pour qu'il soit compris entre 1,5 et 3..

Le champ *Bas de l'image* permet de faire « descendre » le ciel s'il ne couvre pas tout l'arrière-plan au dessus de l'horizon. Cet ajustement se fait plutôt pendant la simulation (avec le bouton *Arrière-plan* de la fenêtre *Tableau de contrôle VR*).

Logo dans le coin supérieur gauche de l'animation :

On peut éventuellement incruster un logo dans le coin supérieur gauche de l'animation. Le choix du fichier contenant le logo se fait dans ce cadre.

5.3.1.2 Onglet Objets

(voir Figure 49)

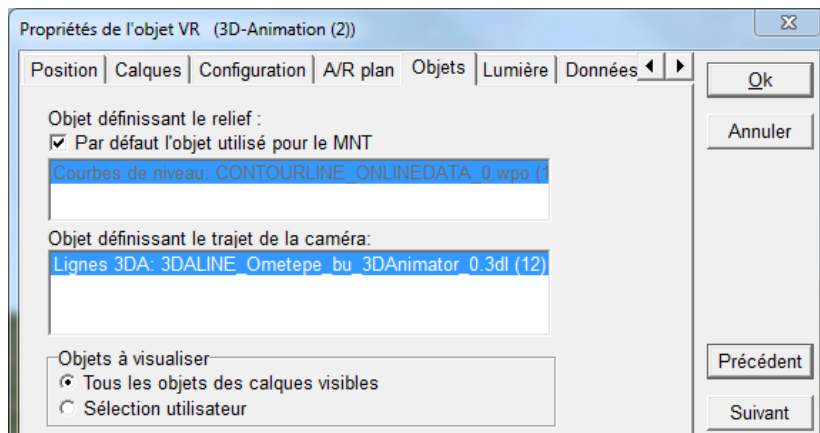


Figure 49

Objet définissant le relief :

Dans le cas où plusieurs objets *Données-lignes* contenant des courbes de niveaux sont présents dans le projet, il faut choisir, dans cet onglet, celui qui doit être utilisé pour la création du MNT.

Un seul objet peut être choisi, mais il est possible de fusionner plusieurs fichiers de courbes de niveaux afin de les utiliser avec un seul objet *Données-lignes*, voir section 2 BASIS.

Objet définissant le trajet de la caméra :

Si plusieurs trajets ont été définis, il faut choisir ici l'objet *Données-lignes* contenant le trajet à visualiser.

Objets à visualiser :

Par défaut *Tous les objets des calques visibles* seront visualisés ; alternativement, on peut choisir individuellement chaque objet à visualiser en cochant l'option *Sélection utilisateur*.

5.3.1.3 Onglet Lumière

(voir Figure 50)

Dans cet onglet s'ajustent les conditions de lumière dans lesquelles doit se faire la simulation. Cet ajustement se fait plutôt pendant la simulation (avec le bouton *Lumière* du *Tableau de contrôle VR*).

Les trois réglages suivants sont possibles :

- La lumière *Directe* : lumière provenant d'une direction et réfléchiée dans une autre direction par les surfaces lisses (réflexion spéculaire). La surface du sol réfléchit très peu la lumière.
- La lumière *Ambiante* : lumière sans direction particulière définissant le niveau de luminosité général.
- La lumière *Diffuse* : lumière provenant d'une direction et réfléchiée dans toutes les directions par les surfaces rugueuses (réflexion diffuse). Les contrastes sont moindres qu'avec la lumière *Directe*.

Heure et date : la combinaison, heure, date et position géographique, permet de définir la position du soleil et par conséquent la direction des ombres et l'intensité lumineuse.

Brouillard : le rendu de la simulation dans des conditions de brouillard peut s'ajuster dans ce cadre.

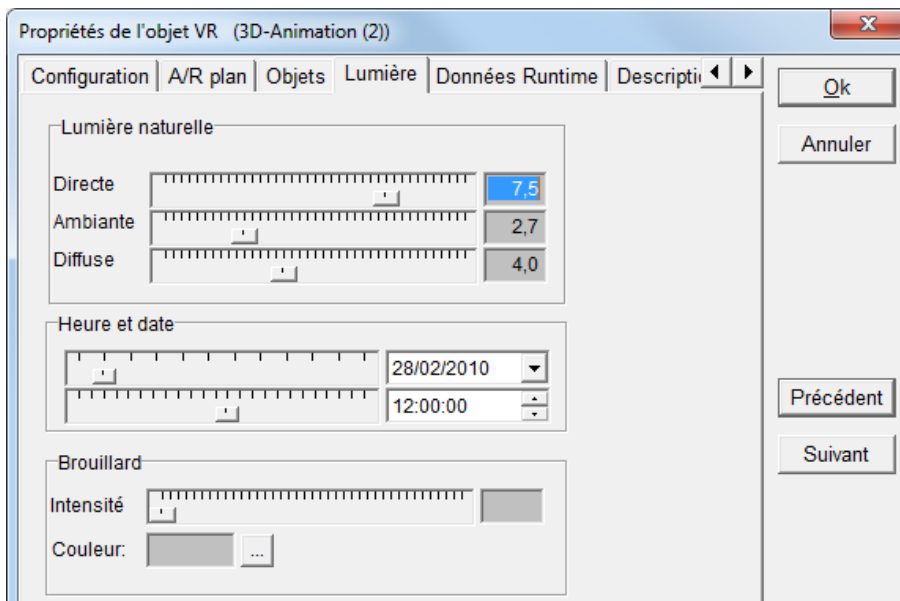


Figure 50

5.3.1.4 Onglet *Données Runtime*

(voir Figure 51)

La simulation créée avec WindPRO peut être exportée dans un format auto-exécutable sur n'importe quel PC.

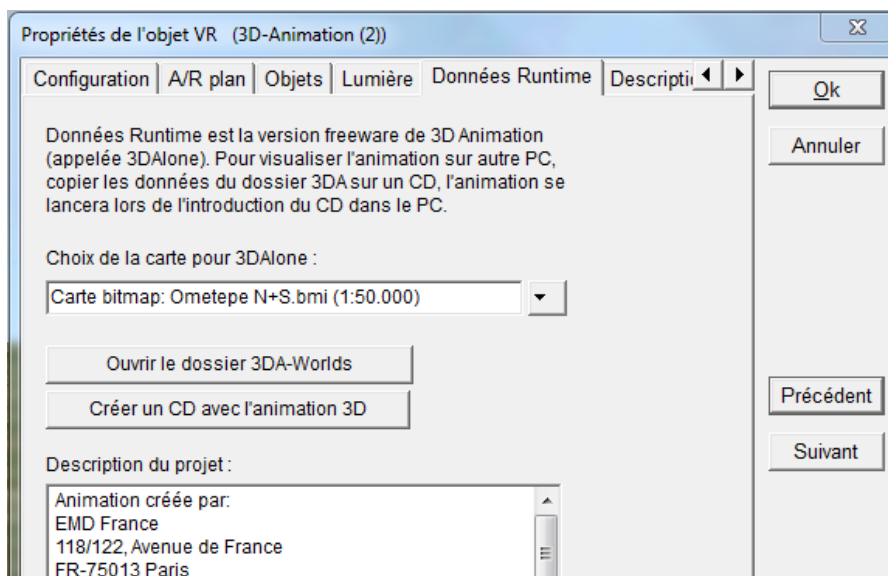


Figure 51

Cet onglet se rapporte à la simulation autonome qui va être générée à partir des informations introduites dans l'objet VR.

Le menu *Choix de la carte pour 3DAOne* permet de choisir la carte sur laquelle seront montrés les déplacements dans la simulation exportée.

Le bouton *Ouvrir le dossier 3DA-Worlds* ouvre le dossier de même nom qui a été créé lors de la première exécution de la simulation.

Le bouton *Créer un CD avec l'animation 3D* permet d'enregistrer sur CD l'exportation auto-exécutable de la simulation.

Le champ *Description du projet* permet d'introduire un texte qui s'affichera dans un cadre d'information au bas de la simulation.

5.3.2 Création et navigation dans le paysage 3D



Cliquez sur le bouton *Animation-3D* se trouvant sur la barre d'outils à droite de l'écran pour ouvrir le *Tableau de contrôle VR* de la Figure 52.



Figure 52

Puis cliquez sur le bouton « lecture » (flèche verte) pour lancer la création du paysage artificiel. Quand sa création est terminée les éoliennes apparaissent en rotation dans le paysage. On arrête la simulation en cliquant sur le bouton « pause » (II jaunes) et on la relance en cliquant sur bouton « lecture ».

Les modifications de la lumière, du ciel d'arrière-plan et des éoliennes sont réalisées immédiatement. Les autres modifications nécessitent la recréation du paysage artificiel en cliquant sur le bouton *Recréer*. La recréation est beaucoup plus rapide que la création initiale car tout ce qui est inchangé est réutilisé.

Le bouton *VR* ouvre la fenêtre *Propriétés de l'objet VR* où se font les changements, voir 5.3.1.

5.3.2.0 Navigation en 3D dans le paysage

Les flèches du clavier servent à commander la navigation :



Presser sur la flèche ci-contre pour se déplacer vers l'arrière.



Presser sur la flèche ci-contre pour se déplacer vers l'avant.



Presser sur la flèche ci-contre pour se déplacer vers la gauche.



Presser sur la flèche ci-contre pour se déplacer vers la droite.

Pour des déplacements verticaux presser sur les touches <Page suivante> et <Page précédente> (ou utiliser la roue de la souris).

Pour « regarder » vers le haut/bas, cliquer sur la partie haute/basse de la fenêtre avec le bouton gauche de la souris (ou presser sur les touches <u>/<d>).

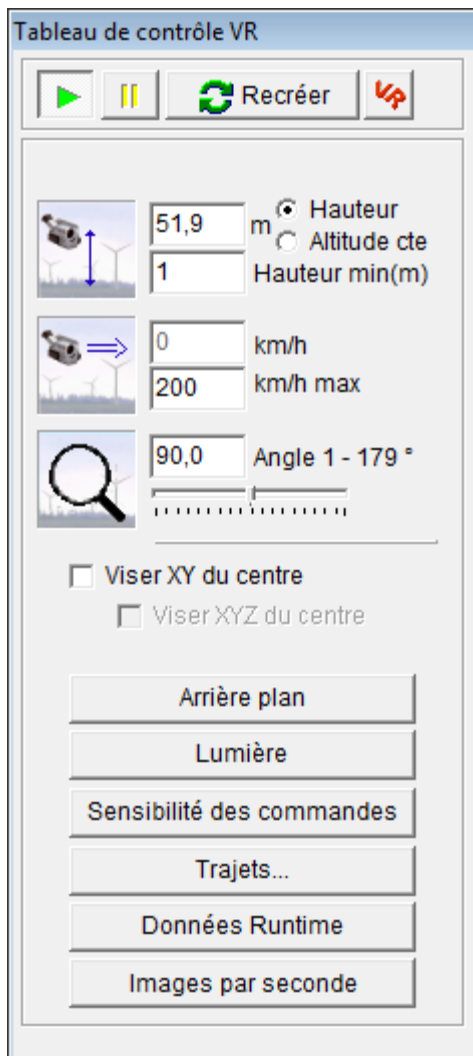
Pour « regarder » vers la gauche/droite, cliquer sur la partie gauche/droite de la fenêtre avec le bouton gauche de la souris (ou presser sur les touches <l>/<r>).

Il est également possible d'utiliser un joystick.

5.3.2.1 Le Tableau de contrôle VR

(voir Figure 53)

Ce tableau permet d'agir sur divers paramètres sans quitter la simulation.



Hauteur : défini la hauteur de la visite (la caméra suit les changements d'altitude du paysage).

Altitude cte : la visite se fait à une altitude constante indépendante de l'altitude du paysage.

Hauteur min : évite de passer sous le paysage dans le cas où l'altitude du paysage devient supérieure à celle de la visite.

L'*Altitude* ou la *Hauteur* peuvent être entrées dans le champ de cette fenêtre ou ajustées à l'aide des commandes décrites au paragraphe précédent.

km/h : indique la vitesse du déplacement en cours.

km/h max : limite la vitesse maximale à la valeur entrée.

Quand on presse sur la flèche d'avancement on atteint la vitesse maximale très rapidement et quand on la relâche vitesse diminue très rapidement jusqu'à zéro.

Angle 1-179° : c'est l'angle de champ, par défaut il est réglé à 90°.

A titre de comparaison, l'angle de champ d'un appareil photo reflex 24x36 équipé d'un objectif de focale 50mm est égal à environ 46°.

Viser XY/XYZ du centre : ces options forcent en permanence le regard vers l'objet *Centre du site*.

Les boutons *Arrière-plan* et *Lumière* donnent accès aux réglages présentés antérieurement aux paragraphes 5.3.1.1 et 5.3.1.3.

Figure 53



Le bouton *Sensibilité des commandes* ouvre la fenêtre de la Figure 54 où on peut régler la sensibilité des commandes.

Figure 54

Le bouton *Trajets...* ouvre la fenêtre de la Figure 55.

L'option *Suivre trajet Données-lignes* force le déplacement à suivre un trajet le long d'une ligne définie à l'aide d'un objet *Données-lignes*. La création d'un trajet est expliquée au 5.3.3 et au 5.3.5.0.

Le bouton *Enregistrer trajet* permet de lancer l'enregistrement d'une vidéo du trajet (dans un fichier *morfit_camera_track.3da_track*), le bouton *Voir vidéo du trajet* permet lire la vidéo ainsi enregistrée.

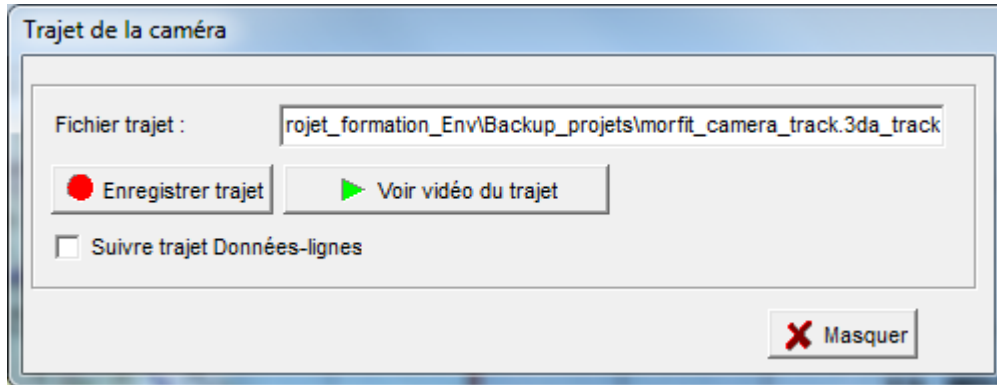


Figure 55

Le bouton *Données Runtime* donne accès aux réglages présentés au paragraphe 5.3.1.4.

Le bouton *Images par seconde* permet de diminuer le nombre d'images par secondes de l'animation, au détriment de la qualité, afin de pouvoir la visualiser avec un PC de puissance réduite. Pour information, la télévision fonctionne à 25 images par seconde.

5.3.2.2 Qualité de la simulation

La qualité de la simulation dépend fortement de la carte graphique de l'ordinateur. Pour obtenir les meilleurs résultats, il convient d'utiliser une carte 3D avec anticrénelage.

Les illustrations de la Figure 56 montrent les résultats obtenus avec et sans anticrénelage.



Avec anticrénelage



Sans anticrénelage

Figure 56

5.3.3 Objets utilisables avec 3D-ANIMATOR



Les objets *Nouvelle-éolienne* et *Eolienne-existante*.

Le rendu des éoliennes est fait à partir des données de visualisation contenues dans les fiches des éoliennes de la bibliothèque. En l'absence de données de visualisation une éolienne générique, définie par son diamètre de rotor et la hauteur de son mât, est utilisée.



L'objet *Météo* est représenté par un trait vertical simulant un mât de mesures avec des marques indiquant les hauteurs des anémomètres.

Les différentes couleurs que peut prendre l'objet ont les significations suivantes : noire indique qu'aucune donnée n'a été chargée, bleue indique qu'il contient des données ayant pour *Usage* les calculs de productibles et orange indique qu'il contient des données ayant pour *Usage* les calculs *STATGEN*.



L'objet *Obstacle*.

La forme parallélépipédique de l'objet peut être habillée par des images, les explications correspondantes sont données au 5.3.4.



L'objet *Données-lignes*.

L'*Usage* pour *3D-Animator* de cet objet permet de tracer une ligne qui servira principalement à définir un trajet de visite.

De plus, cette ligne peut servir à visualiser soit une route à l'aide d'images de la bibliothèque, soit un ruban dont la surface peut être habillée également avec des images de la bibliothèque *3DA Data*, voir Figure 57.

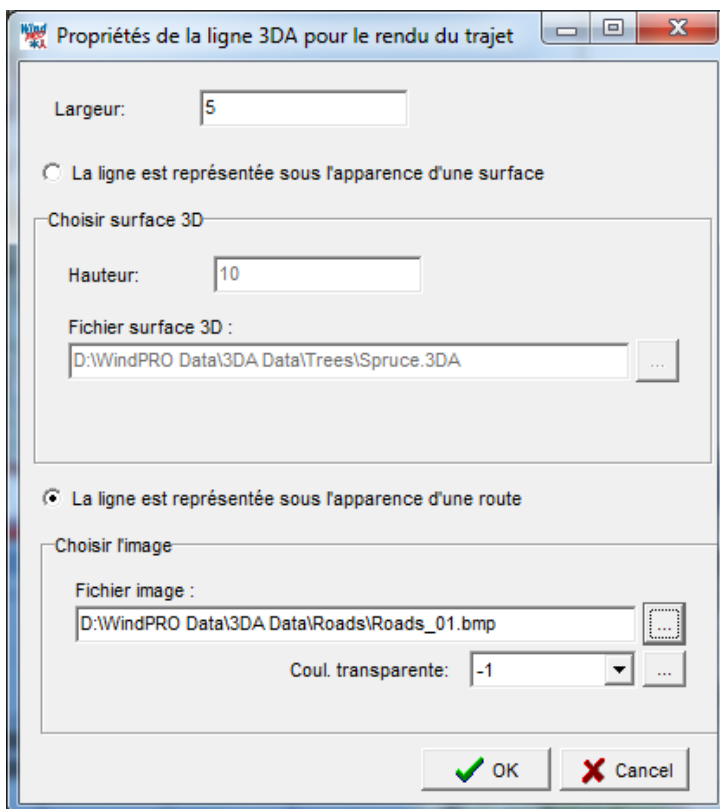


Figure 57



L'objet *Élément-visuel*.

Cet objet permet de créer des éléments visualisables en 3D à l'aide d'images de la bibliothèque *3DA Data*. On peut créer un élément ou une rangée d'éléments identiques.



L'objet *Insérer texte*.

Il permet d'insérer dans la simulation des panneaux indicateurs avec du texte. La mise en œuvre de cet objet est décrite au 5.1.3.15.



L'objet *Données-surfaces*.

Cet objet sert à visualiser des forêts, la surface d'un lac, une zone urbaine, etc. Par exemple, pour visualiser zone boisée, on délimite la zone à l'aide d'un polygone, auquel on associe des images 3D d'arbres. Des explications détaillées sont données au 5.3.4.4.

5.3.4 Le Gestionnaire d'éléments pour 3D-Animator

Le *Gestionnaire d'éléments pour 3D-Animator* permet de naviguer dans la bibliothèque *3DA Data* pour choisir les éléments qui constitueront le paysage artificiel ou pour choisir les images qui serviront à construire de nouveaux éléments.

La bibliothèque *3DA Data* contient 3 types d'éléments :

Des *Images*

De simples images au format .bmp ou .jpg.

Des *Objets-3D*

Un *Objet-3D* est un élément construit à partir d'une image, dont on peut choisir les dimensions, de manière à l'adapter au besoin de la simulation en 3D. Une information détaillée est donnée au 5.3.4.3.

Des *Surfaces-3D*

Pour simuler une forêt en 3D, par exemple, on utilisera une *Surface-3D*. Une *Surface-3D* peut être définie de deux manières :

- 1/ comme une boîte à base polygonale dont on habille les faces avec des images,
- 2/ comme une surface polygonale que l'on peuple d'*Objets-3D*. Cette manière est beaucoup plus exigeante en ressources machine.

5.3.4.0 Fenêtre de navigation dans la bibliothèque 3DA Data

(voir Figure 58)

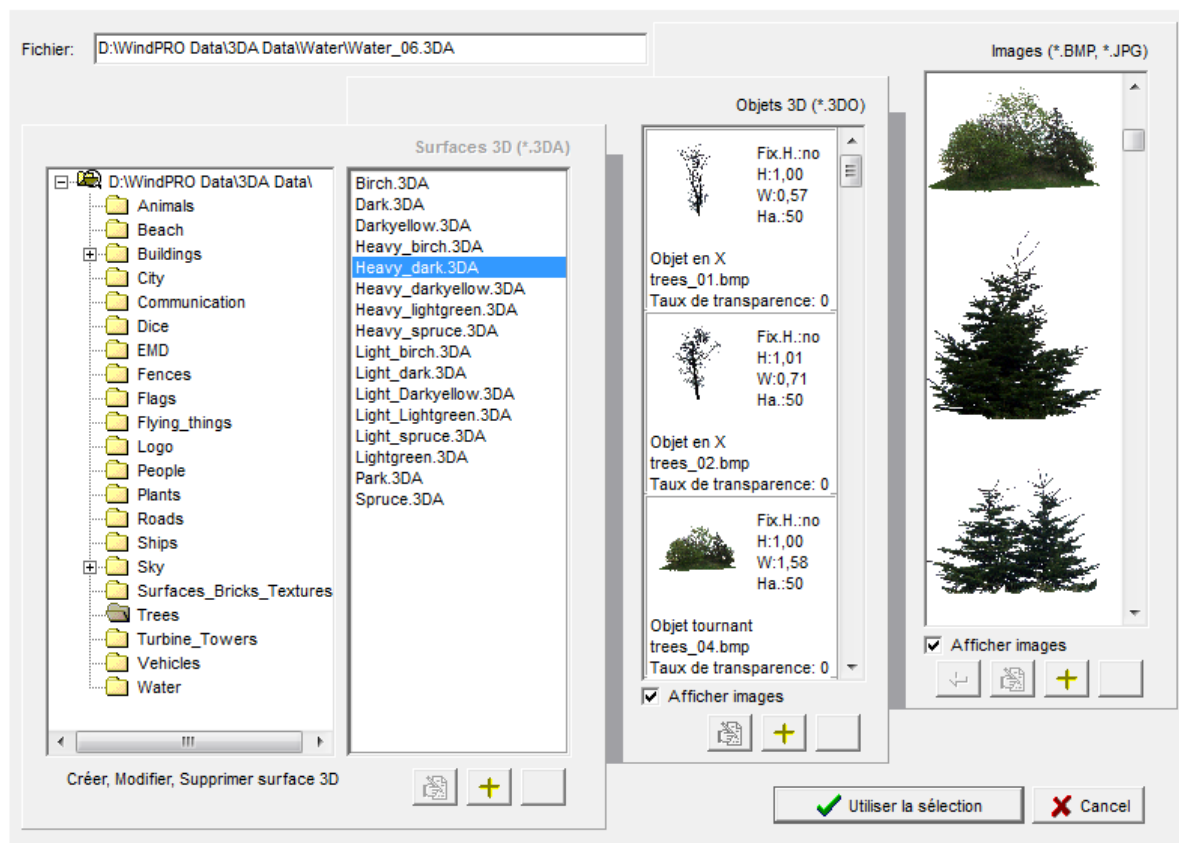
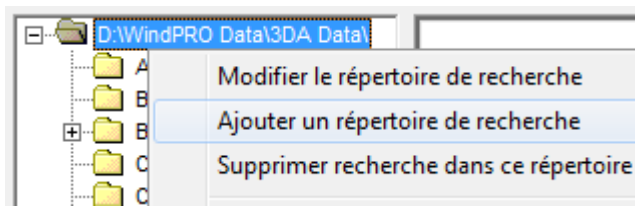


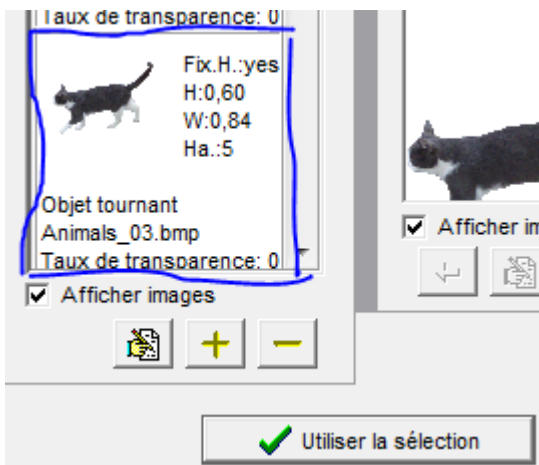
Figure 58

Dans la fenêtre de navigation sont présentés les trois types d'éléments mentionnés antérieurement. Le choix du type d'éléments est imposé par le contexte et signalé par un clignotement du nom de la colonne. Les éléments sont organisés par dossiers thématiques. Ces dossiers sont contenus dans le dossier *3DA Data* du répertoire *WindPRO Data*, ils sont présentés dans la colonne de gauche de la fenêtre de navigation.



La localisation du dossier *3DA Data* peut être modifiée. Pour faire des modifications appeler le menu de Figure 59 par un clic droit dans la colonne de gauche.

Figure 59



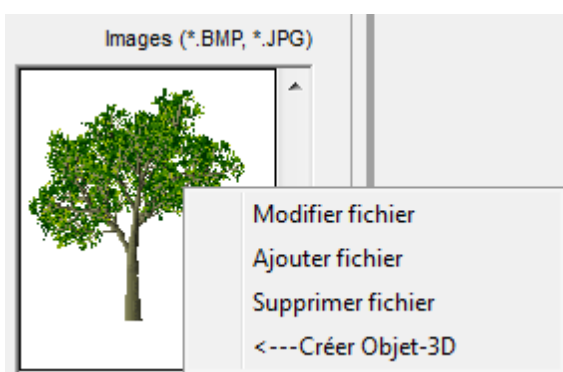
Pour choisir un élément cliquez sur son image dans la colonne dont le nom clignote, puis cliquez sur le bouton *Utiliser la sélection*, voir Figure 60 ci-contre.

Figure 60

5.3.4.1 Modifier, ajouter, supprimer un élément 3D



Les trois boutons situés sous chaque colonne permettent respectivement de modifier, d'ajouter ou de supprimer un élément.



Pour créer un *Objet-3D* à partir d'une *Image*, faire un clic droit sur l'image et sélectionner ← *Créer Objet-3D* dans le menu contextuel, voir Figure 61.

Figure 61

5.3.4.2 Préparation d'une image pour la création d'un élément 3D

Pour qu'une image puisse être utilisée elle devra respecter les caractéristiques suivantes :

Taille : le fichier image devra être le plus petit possible typiquement moins de 100kB. La résolution ne devra pas dépasser 300 dpi, 75 dpi étant très suffisant.

Nombre de couleurs : il ne devra pas dépasser 256 couleurs.

La couleur de l'arrière-plan devra être uniforme.

Pour adapter les images à ces contraintes un logiciel de traitement d'images tel que Paint Shop Pro ou Adobe Photo Shop sera nécessaire.

La réduction de taille et du nombre de couleurs sont des opérations très simples, par contre, le traitement de la couleur de l'arrière-plan est plus compliqué.

Dans l'exemple suivant, la photo de départ est présentée à la Figure 62. On souhaite utiliser seulement la partie contenant les réservoirs de stockage de gaz.



Figure 62



Etape 1 : rogner la photo pour ne conserver que la partie contenant les réservoirs de gaz.
Etape 2 : réduire le nombre de couleurs.
Etape 3 : réduire la taille si nécessaire.

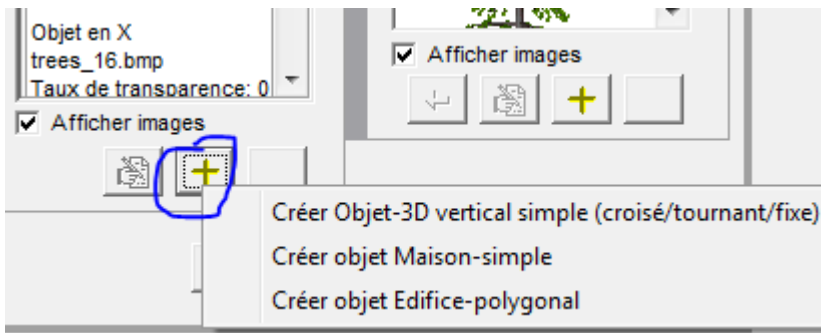


Etape 4 : il faut changer le ciel par un arrière-plan de couleur uniforme.
Pour cela, on peut utiliser la fonction « lasso » de votre logiciel de traitement d'images pour délimiter le ciel et puis l'effacer. Il sera alors remplacé par la couleur de fond donnée par votre logiciel.
Note : l'outil « baguette magique » peut faire automatiquement cette opération si les couleurs sont tranchées par rapport à celles de l'arrière-plan.



Etape 5 : redécouper l'image pour éliminer les parties de ciel pouvant rester sur les bords.

5.3.4.3 Création d'un Objet-3D à partir de une ou plusieurs images



Pour créer un nouvel *Objet-3D*, cliquez sur le bouton « + » qui se trouve sous la colonne *Objets-3D* et choisissez dans le menu contextuel de Figure 63 le type d'objet à créer.

Figure 63

1/ *Créer Objet-3D vertical simple (croisé/tournant/fixe)*. Le choix de cette option ouvre la fenêtre de la Figure 64.

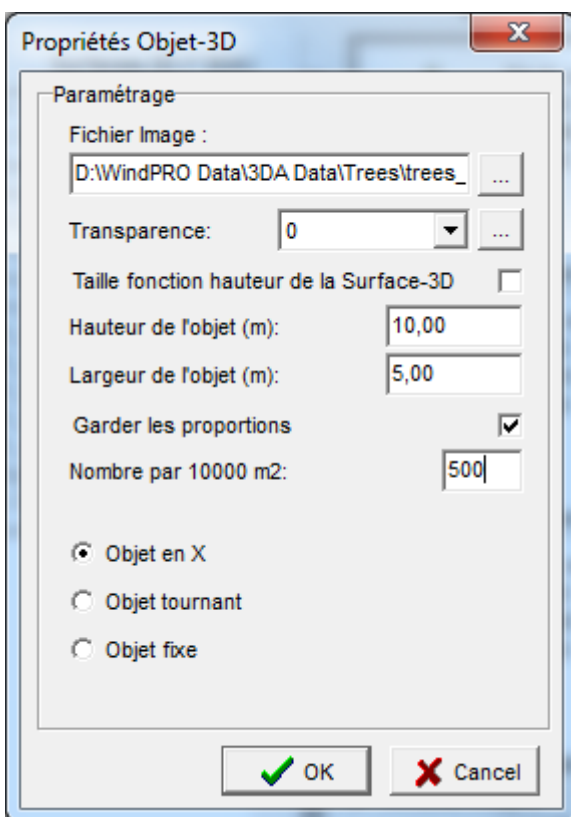


Figure 64

Dans cette fenêtre sont définis les paramètres suivants :

Fichier image : le bouton avec trois points permet d'ouvrir la fenêtre de recherche de l'image qui devra être utilisée.

Transparence : « 0 » rend transparente la couleur la plus fréquente de l'image. En supposant que la couleur uniforme de l'arrière-plan est la plus fréquente elle sera alors rendu transparente. Dans le cas de l'exemple précédent cela permet de visualiser uniquement les réservoirs. Si la couleur de l'arrière-plan est la 2^{ème} plus fréquente il faut entrer « 1 » pour la rendre transparente et ainsi de suite.

Alternativement, il est possible de choisir directement sur l'image la couleur à rendre transparente en cliquant sur le bouton avec trois points à droite du champ.

Hauteur et Largeur de l'objet : permet de définir la taille absolue de l'objet lors de sa représentation dans la simulation.

Taille fonction hauteur de la surface-3D : c'est la hauteur de la *Surface-3D* dans laquelle l'objet est utilisé qui détermine sa hauteur.

Garder les proportions : cette option force le maintien de la proportion hauteur/largeur de l'image de départ.

Nombre par 10000 m2 : si l'objet est utilisé pour peupler aléatoirement une *Surface-3D* (ou une ligne *3D-Animator* ou un *Obstacle*) ce champ permet de définir le nombre d'objets par 10000 m2 d'aire.

Objet en X : l'objet sera formé par deux images identiques perpendiculaires pour le rendu en 3D. Cette disposition est typiquement utilisée pour la simulation des arbres.

Objet tournant : l'image tourne pour se présenter toujours de « face » à la caméra. Cette disposition est typiquement utilisée pour simulation des animaux et d'éléments symétriques.

Objet fixe : l'image reste fixe comme celle d'un panneau publicitaire dans le paysage, cette disposition est principalement utilisée pour représenter des éléments éloignés du trajet de la caméra, comme un village éloigné, etc.

2/ Créer objet Maison-simple.

Quand le trajet de la caméra doit passer à proximité de maisons, le rendu des maisons créées avec l'option 1/ manque de réalisme. Pour l'améliorer, cette deuxième option permet de définir une maison simple en 3 dimensions à partir de 5 images.

La Figure 65 montre la fenêtre de paramétrage de l'objet *Maison-simple*.

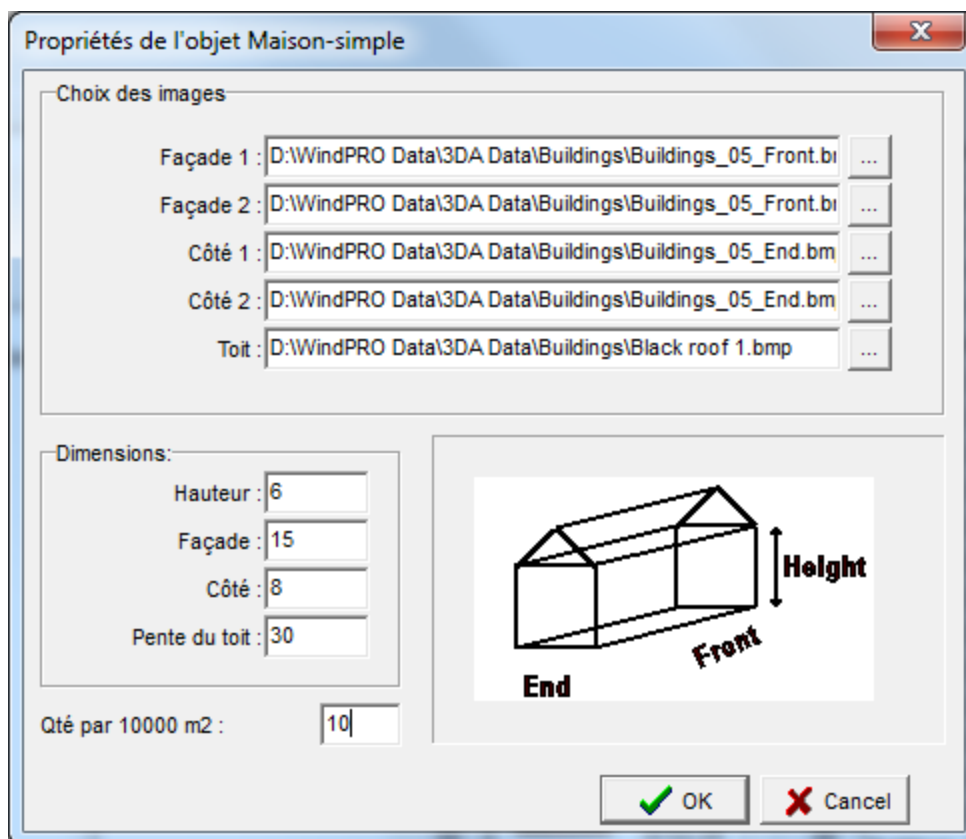


Figure 65

5.3.4.4 Création d'une Surface-3D à partir d'images ou d'Objets-3D

Les *objets-3D* ne sont pas pratiques créer une forêt, par exemple. A cet effet on utilisera une *Surface-3D* qui est mieux adaptée à cet usage.

Une *Surface-3D* peut être définie de deux manières :

1/ comme une boîte à base polygonale dont on habille les faces avec des images

2/ comme une surface polygonale que l'on peuple d'*Objets-3D*.



Pour lancer la création d'une nouvelle *Surface-3D*, cliquez sur le bouton « + » qui se trouve sous la colonne *Surface-3D*.

La création se fait dans la fenêtre *Propriétés Surface-3D* présentée à la Figure 66.

1/ Onglet Faces :

Voir Figure 66.

C'est à partir de cet onglet que l'on crée une *Surface-3D* en forme de « boîte ».

Les sous-onglets *Side*, *Top* et *Bottom* permettent de choisir les images ou les couleurs qui devront être utilisées pour tapisser respectivement les côtés, la face supérieure et la face inférieure de la « boîte ».

Les côtés seront créés par la répétition de l'image choisie tout autour de la « boîte ». La hauteur de l'image habillant les côtés se règle dans l'onglet *Type-de-Surface* de l'objet *Données-surfaces* utilisant cette *Surface-3D*. Les faces seront créées par un dallage. Chaque dalle reproduira l'image choisie. L'aire couverte par chaque dalle est définie dans les champs *Côté Y image (m)* et *Côté X image (m)*.

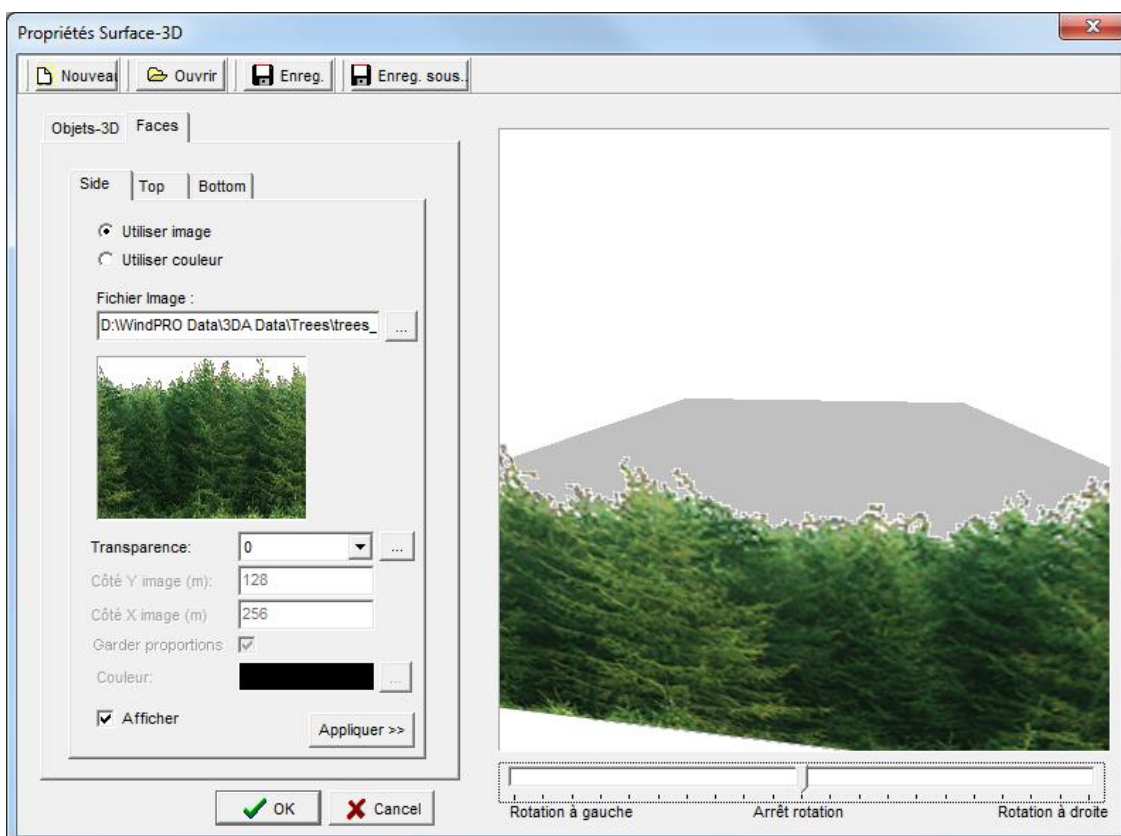


Figure 66

La Figure 67 montre la « boîte » de la Figure 66 avec sa face supérieure tapissée. On remarque que le raccord entre les côtés et la face supérieure présente des trous qui peuvent être gênants, dans ce cas il convient de créer la *Surface-3D* à partir d'*Objets-3D*.

Quand le trajet de caméra ne passe pas trop près de la *Surface-3D* le rendu est équivalent à celui obtenu à partir d'une *Surface-3D* créée à partir d'*Objets-3D* et les ressources machine nécessaires à la visualisation sont beaucoup moins importantes (en particulier si le relief est simple).

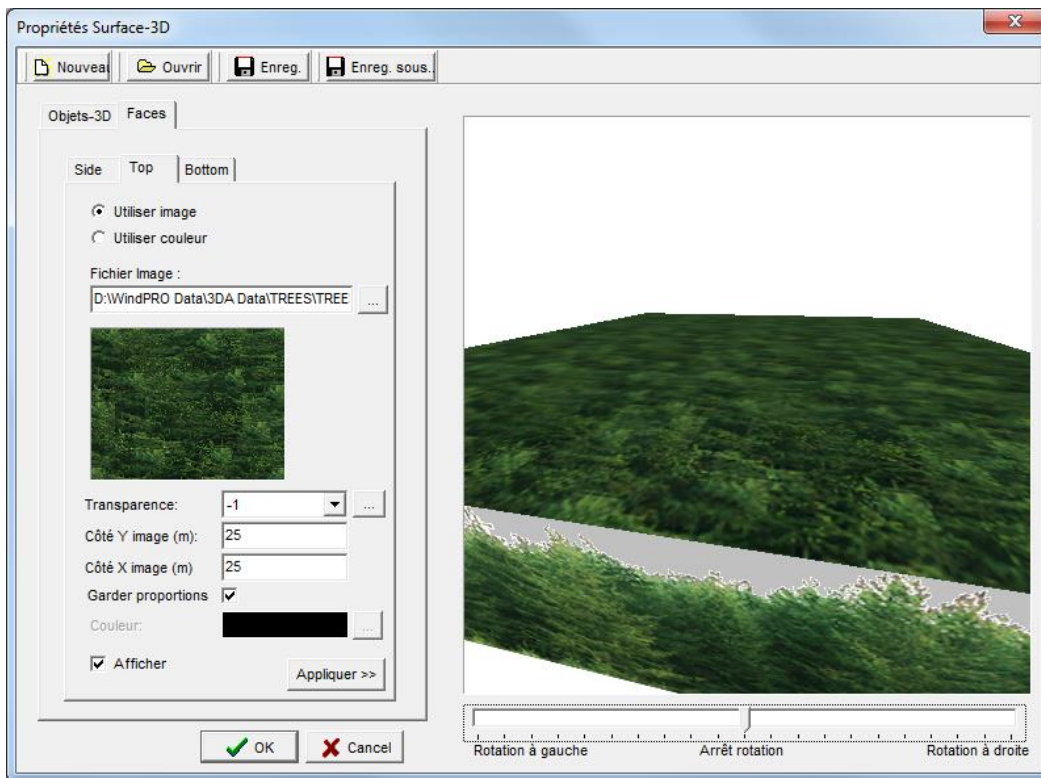


Figure 67

2/ Onglet *Objets-3D* :
Voir Figure 68.

C'est à partir de cet onglet que l'on crée une *Surface-3D* peuplée d'*Objets-3D*.

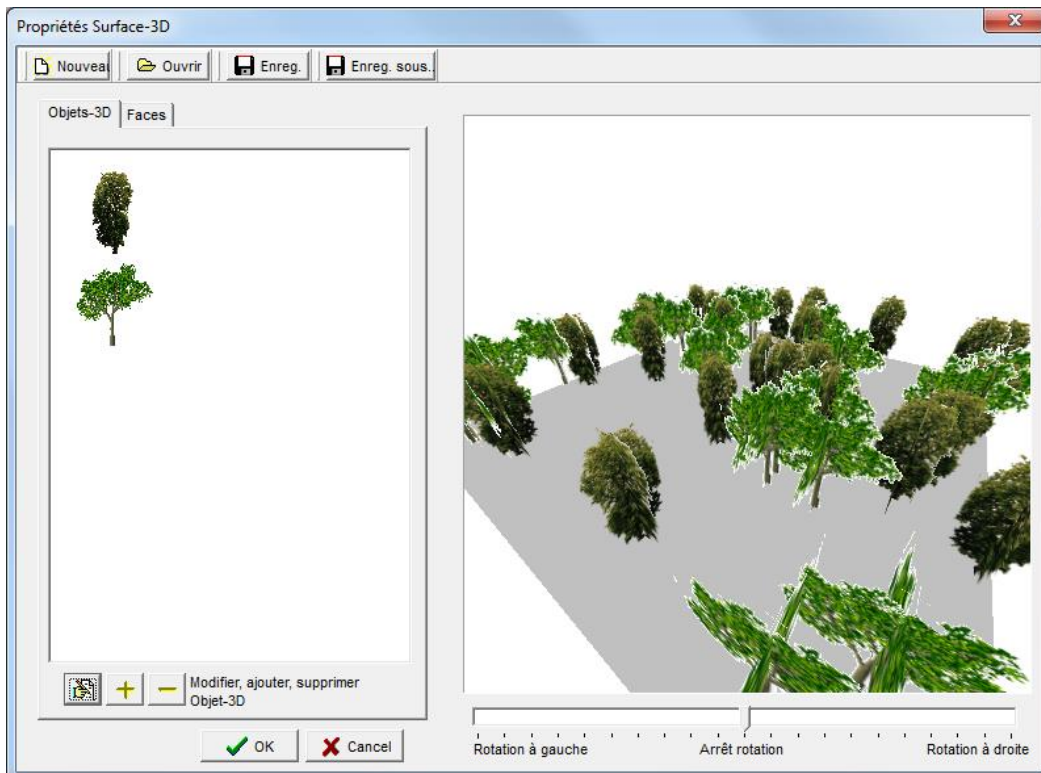



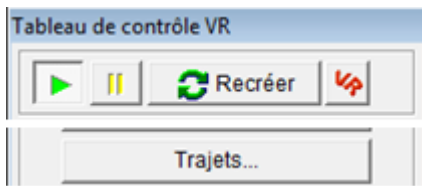


Figure 68

Le bouton  permet d'ajouter un type d'*Objet-3D*, les boutons  et  permettent respectivement de supprimer et de modifier l'*Objet-3D* sélectionné dans le cadre.

5.3.5 Trajets



En cliquant sur le bouton *Trajets...* du *Tableau de contrôle VR* on ouvre la fenêtre *Trajet de la caméra* de la Figure 69 qui permet d'enregistrer une visite virtuelle du parc.

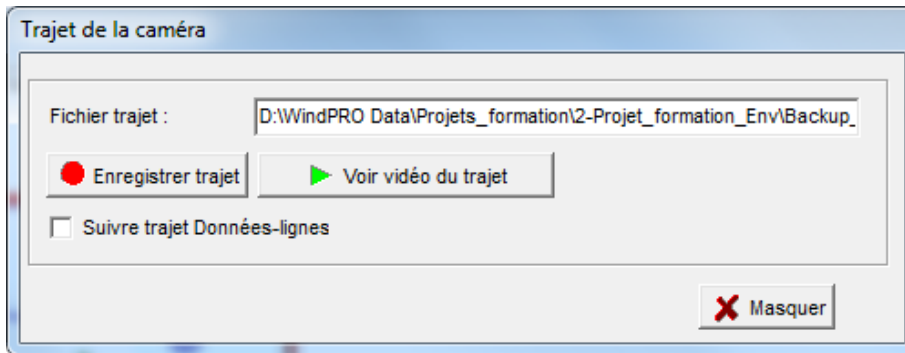


Figure 69

Dès que l'on clique sur le bouton *Enregistrer trajet* tous les mouvements sont enregistrés ainsi que les changements d'angle de vision. Un nouveau clic sur le bouton *Enregistrer trajet* arrête l'enregistrement.

Pour voir l'enregistrement il suffit de cliquer sur le bouton *Voir vidéo du trajet*.

En changeant le nom du fichier trajet enregistré on peut créer et sauvegarder plusieurs trajets.

5.3.5.0 Suivi d'un trajet prédéfini

Le tracé du trajet prédéfini se fait à l'aide d'un objet *Données-lignes*, voir Figure 70.

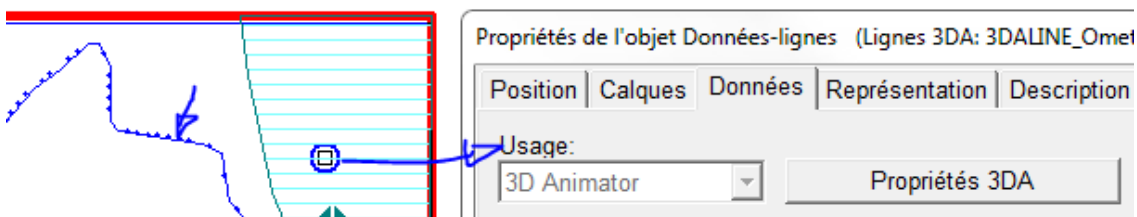


Figure 70

En cliquant sur le bouton *Propriétés 3DA*, la ligne définissant le trajet peut être visualisée sous différents types de voies à l'aide d'images de la bibliothèque, voir 5.3.3.

Pour forcer la caméra à suivre le trajet il faut cocher l'option *Suivre trajet Données-lignes* dans la fenêtre *Trajet de la caméra*, voir Figure 69.

Toutes les commandes restent opérationnelles à l'exception des déplacements à gauche et à droite.

5.3.6 Simulation en 3D sans WindPRO

WindPRO 3D-ANIMATOR est nécessaire pour créer l'espace virtuel.

Cet espace est automatiquement enregistré, à partir de l'objet VR dans le dossier *3DA-Worlds*, dans un format auto-exécutable qui permet de faire la visite virtuelle à partir de n'importe quel PC, voir 5.3.1.4.

Le dossier *3DA-Worlds* peut être envoyé par courriel à vos correspondants qui peuvent alors faire la visite virtuelle en lançant *Start3DALone.exe*, voir Figure 71.

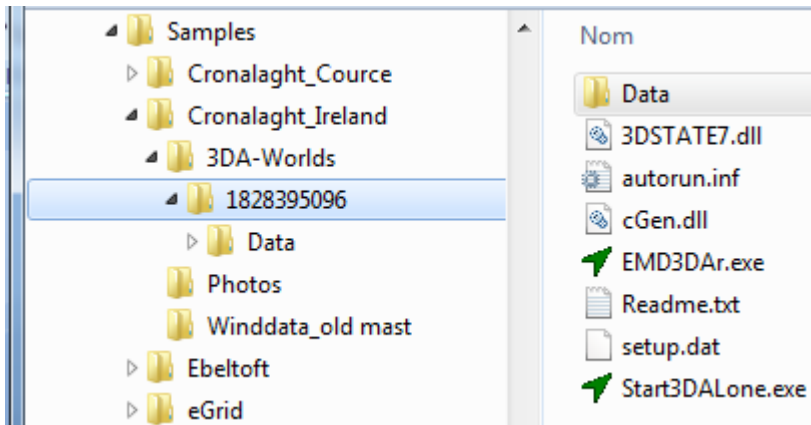


Figure 71

Il est également possible d'enregistrer les données sur un CD à partir des *Propriétés de l'objet VR* par un simple clic sur le bouton *Créer un CD avec l'animation 3D*, voir Figure 72.

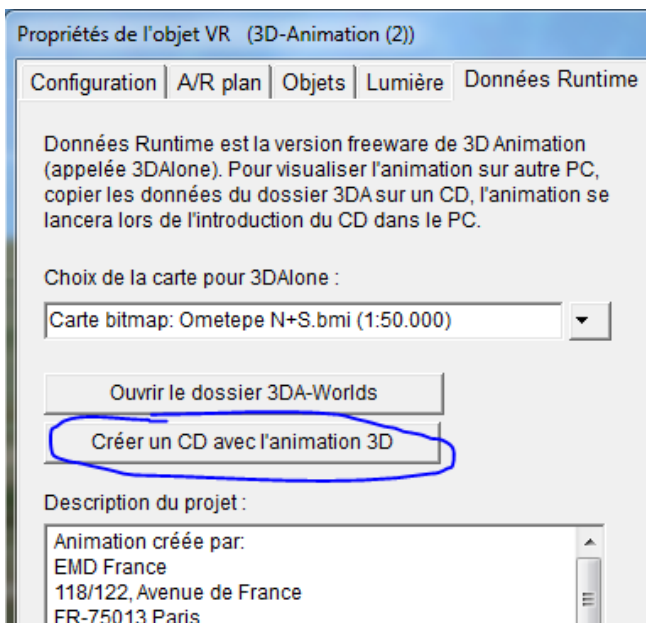


Figure 72

La Figure 73 montre l'écran que l'on voit quand on lance la simulation en mode autonome à partir de *3DA-Worlds*.



Figure 73

La simulation apparaît dans la partie supérieure de la fenêtre de visualisation, la navigation se fait comme dans WindPRO, un rappel du fonctionnement des commandes se trouve sous l'onglet *Steering controls* de la fenêtre inférieure.

L'onglet *Project information* montre le texte entré par le créateur dans l'onglet *Données Runtime* de l'objet VR, voir 5.3.1.4.

La position du point de vue est indiquée sur la carte apparaissant dans la sous-fenêtre *Map*.

Notez qu'il faut fermer WindPRO pour lancer la simulation en mode autonome.

