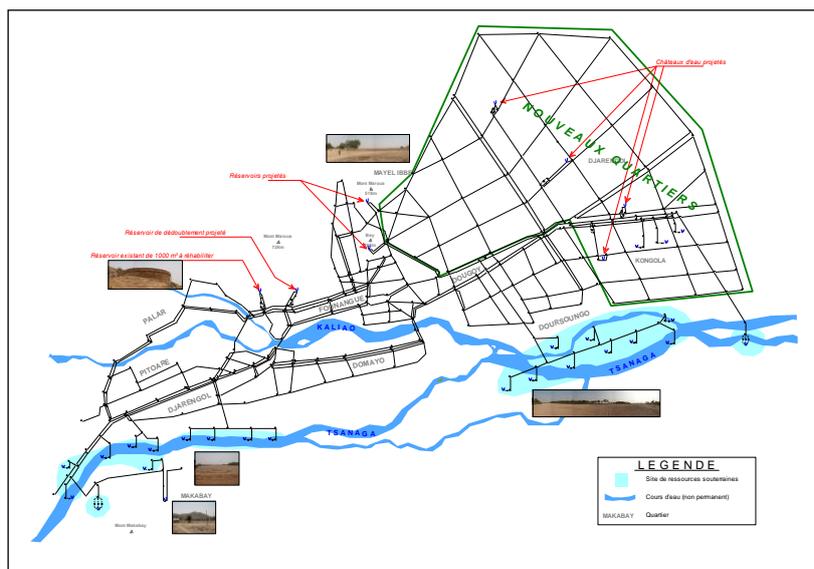


PRÉSENTATION DU LOGICIEL

RESODO

MODÉLISATION DES RÉSEAUX D'EAU POTABLE FORMATION ET PRESTATION DE SERVICES



Informations : www.softeau.be

Contacts : info@softeau.be

BROCHURE PRÉSENTÉE PAR JULIAAN PLANCKE (CONSULTANT - SOFTEAU SPRL)

< Cette page est intentionnellement blanche >

TABLE DES MATIÈRES

<i>RUBRIQUE</i>	<i>PAGE</i>
1. POURQUOI RESODO ?	1
2. RESODO À QUEL COÛT ?	2
3. LES UTILISATEURS POTENTIELS DE RESODO	3
4. L'INTERFACE	4
5. LES CALCULS HYDRAULIQUES	5
6. LA QUALITÉ DE L'EAU	6
7. LA MODÉLISATION DES FUITES ET DES RENDEMENTS	7
8. LA CARTOGRAPHIE (IMAGES DE FOND DE PLAN)	8
9. LE DESSIN VECTORIEL	9
10. L'ÉCHANGE D'INFORMATIONS	10
11. LES INTERFACES AVEC SIG ET LOGICIELS DE DESSIN	11
12. LES MODÈLES NUMÉRIQUES DE TERRAIN (MNT)	12
13. L'IMPRESSION DANS RESODO	13
14. LA DÉFENSE CONTRE L'INCENDIE	14
15. L'AIDE DANS RESODO	15
16. LES ÉQUIPEMENTS ET LES RÉSEAUX MODÉLISABLES	16
17. LA MODÉLISATION DES POMPES	17
18. LES PROFILS EN LONG	18
19. LES SITES DE LIENS	19
20. LA GESTION ÉVÉNEMENTIELLE EN DATES RÉELLES	20
21. LE MOTEUR DE CALCUL EPANET	21
22. LES LIENS AVEC GOOGLE EARTH [®]	22
23. LES BESOINS EN MATÉRIEL ET LOGICIELS	23
24. R E S O D O 3	24
25. LA FORMATION	25

< Cette page est intentionnellement blanche >

1. POURQUOI RESODO ?

RESODO : un logiciel de calcul des réseaux d'eau potable

RESODO est une interface :

- d'introduction des données ;
- de **calculs hydrauliques**, de la **qualité de l'eau**, des **fuites**, des **pressions résiduelles** et d'**incendie**. Pour effectuer ses calculs hydrauliques et de qualité de l'eau, **RESODO** utilise le moteur de calcul **EPANET**. EPANET est un logiciel de calcul des réseaux d'eau potable développé par l'Environmental Protection Agency des Etats-Unis (voir la rubrique 21) ;
- et de visualisation des résultats correspondant

pour les **réseaux d'eau potable sous pression** : captages, adductions, stockages, distribution, etc.

Les objectifs de RESODO

L'objectif principal de **RESODO** est de mettre un logiciel **performant** et **bon marché** à la disposition de tous les utilisateurs potentiels.

RESODO est ainsi accessible aux utilisateurs disposant de moyens financiers et matériels importants, mais aussi aux utilisateurs disposant de moins de moyens, avec les mêmes capacités et les mêmes performances, comme l'explique la rubrique 2.

Un logiciel en français

RESODO est un logiciel totalement **en français**. De nombreux logiciels de modélisation des réseaux d'eau potable sont en anglais, alors que beaucoup d'utilisateurs désirent disposer d'un logiciel et de sa documentation en français. C'est le cas de **RESODO**.

Un prix très attractif

RESODO est disponible à un **prix très attractif** et selon le principe de la **licence-site**. Cela rend **RESODO** accessible à tous les utilisateurs, organismes et sociétés de toutes tailles. Voir les informations complètes à la rubrique 2.

De puissantes fonctionnalités

RESODO dispose de puissantes fonctionnalités, qui intègrent autant les aspects de conception propres aux bureaux d'études que les aspects de gestion propres aux sociétés de distribution.

Les nombreuses fonctionnalités de **RESODO** sont décrites tout au long de la présente brochure.

RESODO a été développé avec une attention tout particulièrement orientée vers l'utilisateur final. De nombreuses fonctionnalités facilitent le travail de ce dernier. Les outils particuliers ont été créés de manière à répondre à une demande pratique et quotidienne.

Une formation adaptée

Softeau dispense des formations permettant non seulement de maîtriser **RESODO** mais aussi d'approfondir les connaissances en **hydraulique** et en **modélisation** des réseaux d'eau potable. Des informations sont disponibles à la rubrique 25.

2. RESODO À QUEL COÛT ?

Le logiciel **RESODO** est disponible à un prix très attractif, le rendant accessible à des utilisateurs individuels, des organismes ou des sociétés de toutes tailles. De plus, RESODO ne demande l'installation d'aucun programme tiers supplémentaire. Un ordinateur et une imprimante (même élémentaire), permettent l'utilisation de RESODO et de toutes ses fonctionnalités.

Les prix de RESODO 3 (à la date de : *année 2016*) sont les suivants :

- **3 000 EUR** (HTVA) par **licence-site** pour toute société, organisme, etc. de droit privé, en Europe et dans tout autre pays économiquement fort ;
- **1 500 EUR** (HTVA) par **licence-site** :
 - pour toute société, organisme, etc. de droit public, en Europe ou dans tout autre pays économiquement fort ;
 - pour toute société, organisme, etc. de droit privé d'un pays économiquement moins fort ;
- **1 000 EUR** (HTVA) par **licence-site** pour toute société, organisme, etc. de droit public d'un pays économiquement moins fort ;
- mise à jour de RESODO 2 vers RESODO 3 : **réduction de 50 %** du prix.

(Note : ces prix peuvent être revus sans avis préalable).

*Ces prix donnent droit à une **licence-site** permettant pour un prix unique d'installer le logiciel sur **autant d'ordinateurs que voulu**, pour autant qu'il s'agisse d'ordinateurs situés chez un client unique et à une même adresse géographique.*

La licence donne accès gratuitement à des mises à jour mineures et moyennes. De fréquentes mises à jour sont disponibles en ligne sur le site de SOFTEAU, dans « l'espace utilisateurs » accessibles aux licenciés.

La licence inclut aussi un fichier d'aide interactif, disponible gratuitement également sous la forme d'un document pdf (Adobe Acrobat) imprimable.

*Dans le cas où une société désire disposer de plusieurs licences-sites et/ou d'une formation conséquente pour ses futurs utilisateurs, une **proposition de prix particulière** peut alors être présentée afin de répondre au mieux aux objectifs poursuivis.*

Dans tous les cas, toutes les fonctionnalités de RESODO sont accessibles et utilisables : il n'y a aucune restriction qui serait imposée selon une grille tarifaire puisque RESODO existe en version unique.

La fourniture de RESODO inclut la fourniture du logiciel RSDFDP qui permet d'insérer des images de fond de plan, de créer les dessins vectoriels et les MNT, d'importer toute une série de données graphiques exportées à partir d'autres logiciels, même si RESODO 3 inclut directement de plus en plus de ces fonctionnalités.

3. LES UTILISATEURS POTENTIELS DE RESODO

Grâce à ses nombreuses fonctionnalités et à son prix très attractif, **RESODO** convient pour l'ensemble des utilisateurs publics et privés, partout dans le monde francophone.

Sociétés de distribution d'eau potable

Les sociétés de distribution d'eau potable et les gestionnaires des réseaux sont une cible privilégiée de RESODO, qu'elles soient de grande taille ou de dimension plus petite. RESODO permet de réaliser des études et d'améliorer la gestion en général ou au quotidien. RESODO s'accommode aussi des logiciels de cartographie ou de dessin déjà utilisés dans la société.

Collectivités locales

RESODO est accessible tant aux grandes collectivités qu'aux collectivités locales. Grâce à sa licence-site, les collectivités locales ont accès à un logiciel très performant et utilisable au quotidien.

Administrations de l'hydraulique

RESODO convient non seulement aux gestionnaires de réseaux de distribution d'eau potable mais aussi d'une manière plus générale à tout gestionnaire de projet touchant au domaine de l'eau potable. Par exemple, les administrations et ministères gérant les grandes adductions sont des utilisateurs en puissance de RESODO.

Bureaux d'études internationaux

RESODO est aussi destiné aux grands bureaux d'études internationaux, car les possibilités du logiciel le rendent aussi efficace en études de conception, diagnostic ou vérifications. De plus, il est fréquent que dans des études internationales, le modèle utilisé par les bureaux d'études soient cédés en fin de mission au client, qui est souvent une collectivité/administration locale. RESODO correspond très bien à ce critère car c'est un logiciel polyvalent et bon marché.

Bureaux d'études locaux

Grâce à son prix et à sa conception très proche des besoins quotidiens des concepteurs et des gestionnaires, RESODO est tout aussi adapté aux petits bureaux d'études, même à ceux disposant de peu de matériel. Bien que pouvant fonctionner en interaction avec des SIG, RESODO dispose en effet de tous les outils nécessaires pour fonctionner d'une manière autonome, grâce à ses fonctionnalités complètes et performantes.

Universités – Ecoles d'hydraulique

RESODO peut servir de logiciel d'apprentissage des étudiants et jeunes diplômés, d'autant plus que sa licence-site permet une multiplication des utilisateurs au sein d'une institution à un prix très bas. RESODO dispose d'outils hydrauliquement performants permettant d'effectuer des modélisations de haut niveau mais aussi des calculs hydrauliques plus conceptuels qui peuvent venir avantageusement en support à un cours théorique au travers de travaux pratiques ciblés sur des cas types de modélisation.

ONG

De nombreuses ONG internationales travaillent dans le domaine de l'eau potable, depuis les tout petits réseaux locaux jusqu'à des réseaux aux dimensions parfois importantes. RESODO peut répondre à leurs besoins, tout en étant d'un prix et d'un usage compatibles avec les moyens divers dont disposent ces organisations.

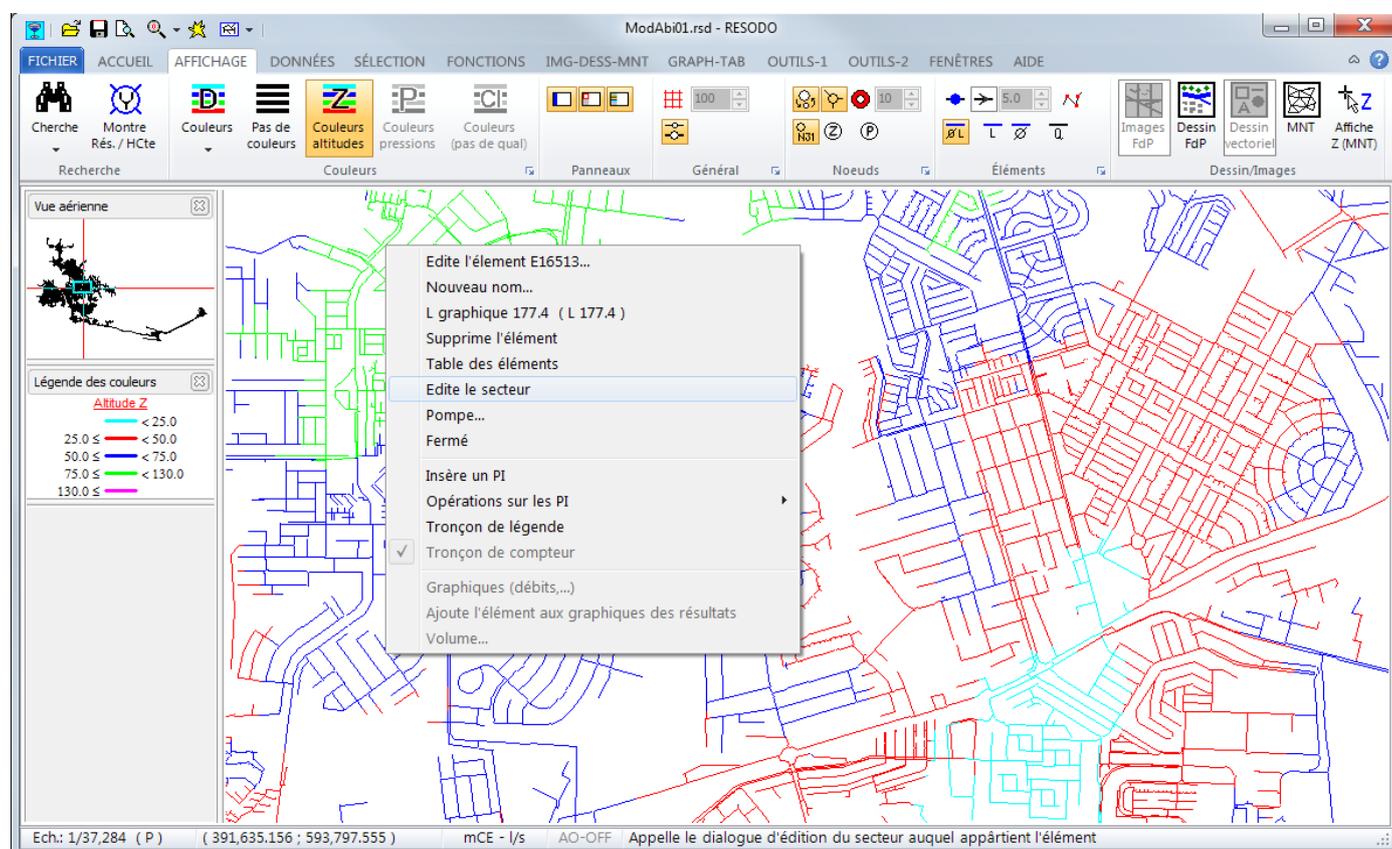
Utilisateurs isolés

Bien entendu, RESODO peut aussi être utilisé par un modélisateur isolé : son prix n'est pas rédhibitoire et les moyens matériels indispensables à son utilisation sont tout à fait courants (imprimante, scanner, APN, Internet). RESODO est un investissement qui peut être rentabilisé dès ses premières utilisations.

4. L'INTERFACE

L'interface de **RESODO** possède entre autres les particularités suivantes :

- introduction multiple des données : graphiques, dans des tables ou dans des dialogues ;
- visualisation permanente des données et des résultats dans des dessins ou des graphes ;
- nombreuses options d'agrandissements très performantes ;
- utilisation des couleurs pour différencier les données et les résultats ;
- puissantes fonctions d'aperçus avant impression et d'impressions du dessin du réseau (à l'échelle et en multi-pages) et des graphes (rubrique 13) ;
- nombreuses fonctionnalités d'échange de données graphiques ou tabulaires : possibilités d'échange avec des logiciels de dessin, avec des SIG, des tableurs, etc. (rubriques 10 et 11) ;
- aide totalement en français (rubrique 15) : l'aide est fournie sous la forme d'un fichier d'aide, consultable directement à partir de RESODO (aide interactive) ou consultable indépendamment de RESODO, la structure de l'aide étant sous une forme de livre. Les rubriques sont consultables comme des chapitres et sous chapitres, qui peuvent être imprimés via le document pdf fourni ;
- possibilités cartographiques : affichage des images de fond de plan (rubrique 8) ;
- fonctionnalités de dessin vectoriel : polygones, textes, photos, etc. (rubrique 9) ;
- possibilité de lier des informations (fichiers de tous types) sur des sites de liens (rubrique 19) ;
- nombreux messages d'avertissement, d'erreur, d'information, ... ;
- personnalisation de l'interface (couleurs et limites, options graphiques) ;
- et beaucoup d'autres choses encore ...

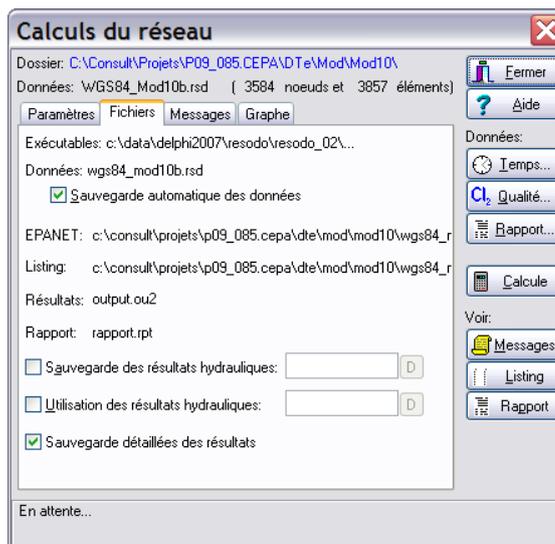
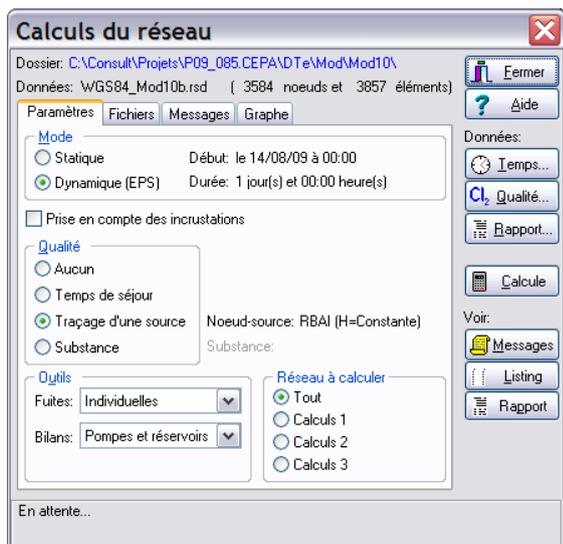


5. LES CALCULS HYDRAULIQUES

Les calculs hydrauliques

Les calculs hydrauliques sont à la base de toute modélisation des réseaux d'eau potable. En fonction des données principales (topologie et consommations), le logiciel calcule principalement les débits dans les conduites et les charges piézométriques aux nœuds. A partir de ces résultats, on peut déduire d'autres résultats (pressions aux nœuds, vitesses et pertes de charge dans les conduites, etc.).

Pour effectuer les calculs, **RESODO** fait appel à un module de calcul extérieur, inclut dans une bibliothèque dynamiquement liée (communément appelée « dll ») et dont l'utilisation est totalement transparente à l'utilisateur. Il s'agit du moteur de calcul **EPANET**, développé par l'EPA, le ministère de l'environnement des Etats-Unis (voir la rubrique 21).



Des simulations dynamiques

Les données dynamiques permettent d'effectuer des simulations dynamiques, c'est à dire des modélisations pendant plusieurs heures ou plusieurs jours.

Les calculs dynamiques permettent de voir varier dans le temps les pressions et les débits, ainsi que les niveaux d'eau dans les réservoirs. Ils permettent aussi d'ouvrir ou de fermer des vannes, modifier des consignes ou encore des vitesses de rotation des pompes, via des contrôles simples ou des règles plus complexes.

Pour effectuer des calculs dynamiques, il est nécessaire d'introduire des données particulières. Les données élémentaires concernent principalement la variation temporelle de la demande, qui suit l'évolution de la consommation des abonnés. Si l'utilisateur désire suivre l'évolution du niveau d'eau dans les réservoirs, il est aussi nécessaire d'introduire leur forme, ainsi que les niveaux caractéristiques.

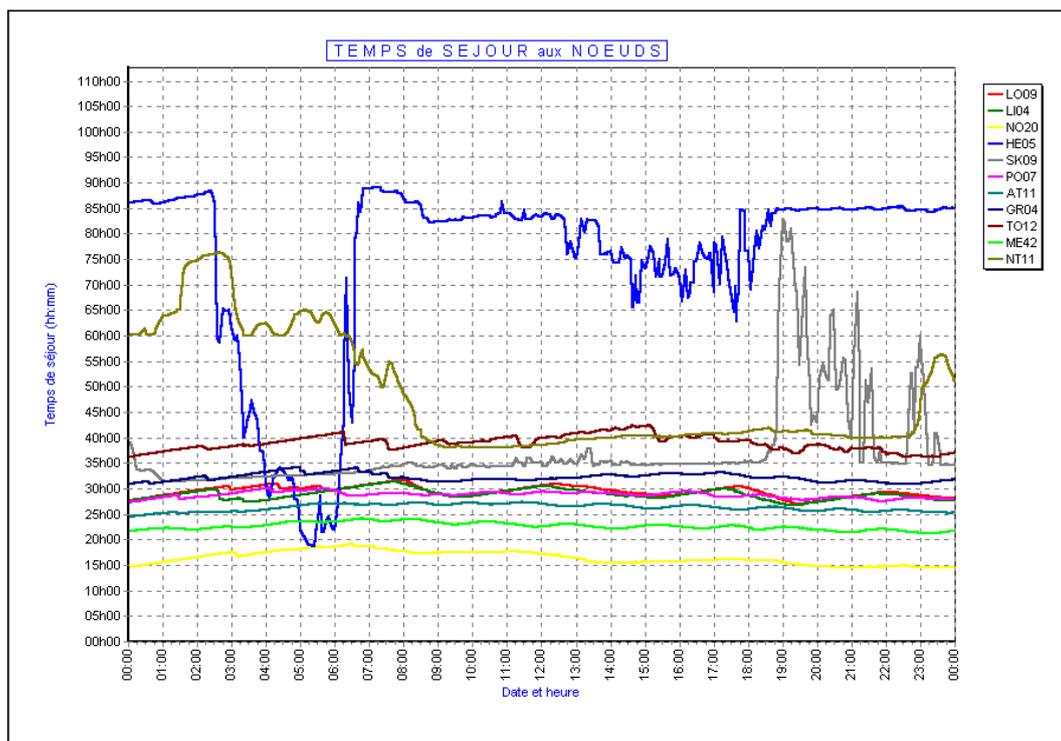
Dans le cas où existent des automatismes, même simples, il est nécessaire d'introduire des contrôles ou des règles définissant le comportement réel du réseau.

Une donnée particulière à introduire concerne les consommations. RESODO a été prévu pour être efficace tant pour la modélisation des réseaux urbains que des réseaux ruraux, alors que leurs caractéristiques sont différentes, tant au point de vue des réseaux physiques (nombre et diamètres des conduites par exemple) que des consommations, qui sont beaucoup plus variables dans les réseaux ruraux que dans les réseaux urbains. Par exemple, RESODO peut prendre en compte la variation très fine des consommations au cours du temps.

6. LA QUALITÉ DE L'EAU

Après des calculs hydrauliques, il est possible d'effectuer des calculs de qualité de l'eau. Dans **RESODO**, il y a trois types de calculs de qualité disponibles :

- les **temps de séjour** (voir la figure) ;
- le **traçage d'une substance** non réactive ;
- l'évolution dans le temps d'une substance réactive, qui peut être injectée en plusieurs points : un exemple typique est le chlore.



Les calculs de qualité étant basés sur les résultats hydrauliques, il est important que ceux-ci donnent des résultats satisfaisants avant d'effectuer des calculs de qualité.

RESODO utilise ici aussi le moteur de calcul EPANET pour effectuer ses calculs de qualité.

Des données particulières doivent être introduites, comme par exemple les coefficients de réaction dans l'eau, dans les conduites et dans les réservoirs, le type de substance, le modèle de dégradation (dont l'ordre de réaction chimique), etc.

Une phase importante de calculs de la qualité de l'eau est l'initialisation des données. RESODO dispose d'outils facilitant la détermination des données initiales.

7. LA MODÉLISATION DES FUITES ET DES RENDEMENTS

RESODO possède des moyens de calcul permettant d'estimer les fuites sans imposer des débits de fuites. RESODO tient compte de l'état du réseau et calcule automatiquement les fuites dans les conduites en fonction de la pression instantanée.

D'autre part, RESODO autorise une sectorisation du réseau, avec hiérarchisation des secteurs, permettant à l'utilisateur d'évaluer les fuites par secteur et par sous-secteur, et de détecter ainsi les zones qui doivent être traitées en priorité.

Le calcul des fuites dans RESODO

Les fuites sont traitées comme des orifices dans les conduites, les vannes, les joints, les branchements particuliers, etc. Le débit des fuites **dépend donc de la pression** à l'endroit de la fuite **comme dans la réalité**.

L'utilisateur ne doit ainsi introduire qu'une donnée importante : le potentiel de fuite de chaque conduite correspondant à son état réel : il est grand quand la conduite est en mauvais état, et petit quand la conduite est en bon état.

Le calcul des fuites est effectué automatiquement lors des calculs hydrauliques, **sans aucune intervention de l'utilisateur** : les débits de fuites dépendent de l'état des conduites et de la pression, elle-même tributaire de l'importance des fuites.

Potentiel de fuites	Coefficient
Nul ou négligeable	0.0000000
Très faible	0.0000010
Faible	0.0000020
Faible à moyen	0.0000040
Moyen	0.0000100
Moyen à fort	0.0000150
Fort	0.0000200
Très fort	0.0000250
Exceptionnel	0.0000300
Très exceptionnel	0.0000400
Personnalisé	0.0000000

Sectorisation

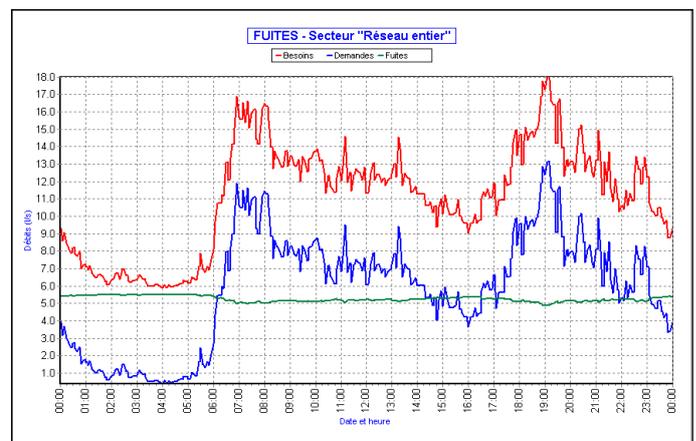
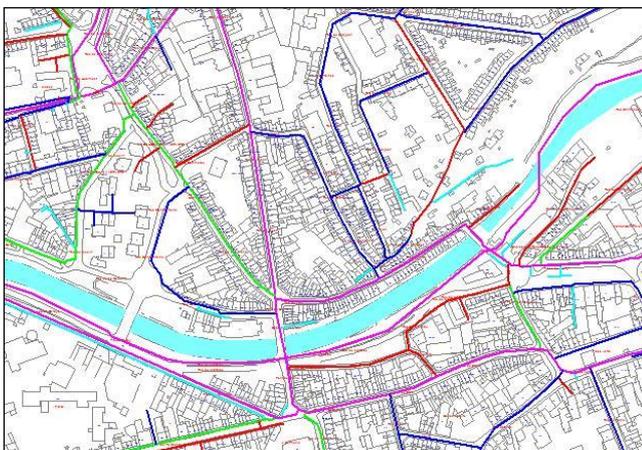
RESODO autorise la sectorisation du réseau selon une hiérarchie laissée libre à l'utilisateur, comme l'illustre le dialogue ci-dessous à droite et l'image du réseau en bas. Lors des calculs des fuites par secteur, chaque secteur et sous-secteur verra **ses fuites et ses rendements** calculés, comme le montre l'extrait de tableau ci-dessous. On peut y voir les débits et volumes tant de la demande des consommateurs que des fuites, et cela dans chaque sous-secteur. Les rendements sont aussi évalués avec précision.

#	Secteur	Q Dem	Q Fuites	Q Tot	V Dem	V Fuites	V Tot	Rend. [%]
13	Quartier Morin	5.3	0.7	6.0	461.9	58.6	520.5	88.7
14	Réseau entier	108.7	28.9	137.7	9393.4	2501.0	11894.5	79.0
15	Stade	7.4	1.2	8.6	636.5	103.4	739.9	86.0

Toute variable (demandes, fuites, rendements) peut ainsi être visualisée tant sous la forme d'un tableau que de graphiques, ces derniers étant directement imprimables dans RESODO ou exportables vers d'autres logiciels via des fonctions d'exportation.

D'autre part, les débits de demandes et de fuites peuvent être visualisés tout au long de la modélisation. La figure ci-dessous à droite montre ces valeurs au cours d'une journée de 24 heures. Le comportement dynamique des fuites peut ainsi être facilement observé.

En faisant varier l'état des conduites (amélioration ou dégradation), l'utilisateur peut ainsi très facilement visualiser l'évolution des fuites. Les tableaux, graphes et diagrammes permettent aussi très aisément de comparer les secteurs entre eux.

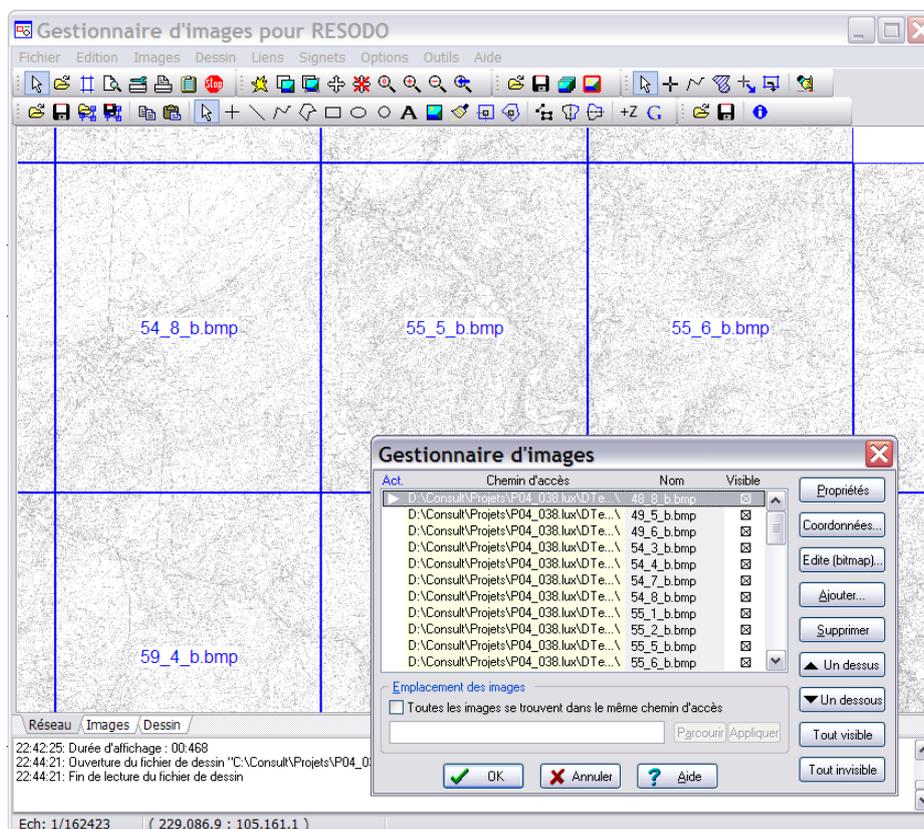


RESODO donne ainsi à l'utilisateur des outils puissants qui faciliteront ensuite les tâches de recherche des fuites sur le terrain, qui restent bien entendu indispensables pour localiser précisément les fuites, les réparer, et augmenter les rendements des réseaux.

8. LA CARTOGRAPHIE (IMAGES DE FOND DE PLAN)

RESODO permet d'afficher des images de fond de plan. L'identification et la configuration des images de fond de plan est disponible au travers d'un module fourni avec RESODO, dans lequel toutes les fonctionnalités d'insertion d'images, de calages et d'outils cartographiques sont disponibles.

Ce programme (voir figure) possède la même interface graphique que RESODO et lui est donc totalement compatible. Il est fourni gratuitement avec chaque licence de RESODO.



Un grand nombre d'images de fond de plan peuvent être affichés. RESODO crée une mosaïque avec les images afin de visualiser l'ensemble du fond de plan concerné par la modélisation (voir figure, où on a intentionnellement marqué les limites et le nom de chaque image).

Le calibrage et le calage des images est très précis et permet d'obtenir de très beaux résultats. Des outils spéciaux de calage sont fournis, afin de pouvoir calibrer des images qui seraient initialement à des échelles différentes. La précision du calage est tributaire des données de base.

Les fichiers d'images qui peuvent être importés sont les formats suivants : bmp, jpg et tif, à savoir les formats les plus fréquents.

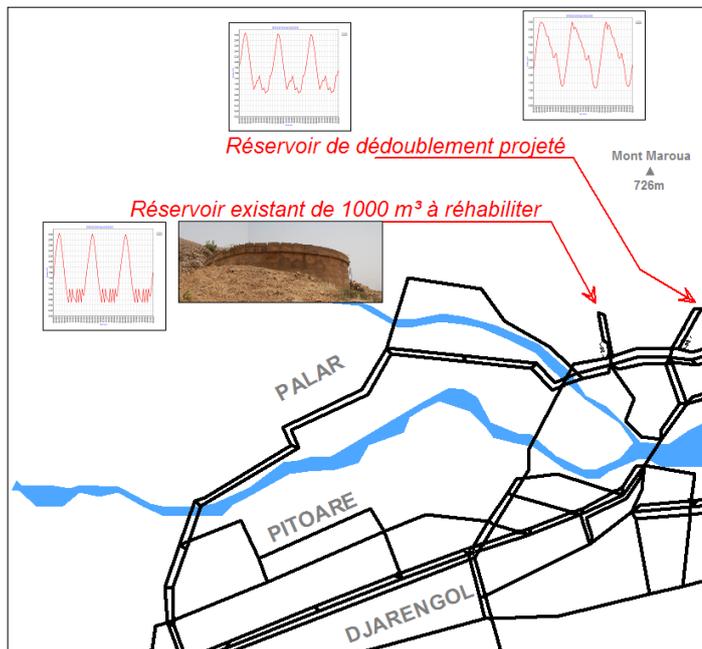
Les fichiers d'images qui sont utilisés peuvent être de tout type : ce peut être des cartes de type IGN dans leur format original, des images, plans ou schémas scannés ou même photographiés avec un appareil numérique.



Des illustrations des possibilités de RESODO incluant des images de fond de plan sont visibles dans d'autres rubriques du présent document.

9. LE DESSIN VECTORIEL

RESODO possède de puissantes fonctionnalités de dessin vectoriel. Comme pour les images de fond de plan, le dessin est introduit dans un module séparé totalement compatible avec l'interface de RESODO.



Pour la clarté de figure, on n'a pas affiché d'images de fond de plan. Cependant, RESODO peut afficher simultanément des images de fond de plan et du dessin vectoriel.

Les objets qui peuvent être introduits sont : *points, lignes, polygones, polyformes, rectangles, carrés, ellipses, cercles, textes et images*. Dans la figure à gauche, tout ce qui n'est pas des conduites (en noir) est du dessin vectoriel.



Les objets peuvent être **déplacés, agrandis, tournés, copiés** et aussi totalement **formatés**.

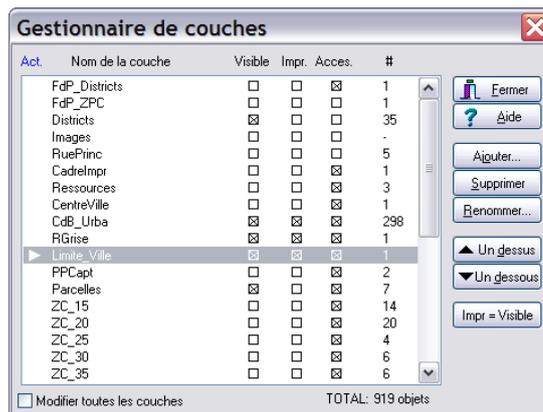
Les lignes et polygones peuvent être dessinées en tant que flèches.

Des images spécifiques peuvent aussi être affichées.

Ces images sont par exemple des photos qui illustrent le site ou des graphiques qui montrent le fonctionnement hydraulique (voir l'image ci-dessus).



Des outils de mesures de longueurs et de surfaces sont fournis. Les outils incluent une puissante fonction de copiage d'écran à très haute définition. Les outils sont compatibles avec RESODO.



Les principaux objets peuvent être **importés** à partir de données extérieures (dxf par exemple) et tous les objets peuvent être **exportés** vers d'autres logiciels via les formats AutoCAD (dxf) ou MapInfo (mif/mid).



Tous les objets de dessin peuvent être formatés, seuls ou en groupe. Les formatages se font à l'échelle (épaisseur des traits). Les propriétés peuvent être copiées d'un objet à l'autre.

Les polygones peuvent aussi être introduites en trois dimensions permettant la création de profils en long directement à partir de fond de plan de l'IGN par exemple.

La gestion du dessin se fait en multi-couches (layers) permettant une organisation efficace du dessin, comme le montre la figure ci-dessus.

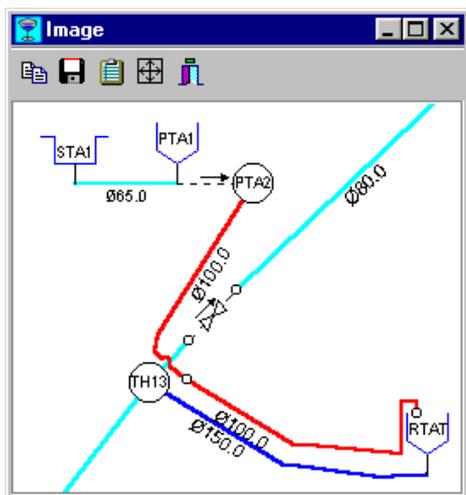
Toutes ces fonctionnalités sont aussi utilisables en dehors de RESODO, si l'utilisateur le désire.

10. L'ÉCHANGE D'INFORMATIONS

RESODO propose différentes possibilités d'importations et d'exportations des données et des résultats, principalement via le presse-papiers, aux formats bitmap ou texte, et via des tables de données disponibles sous la forme de fichiers.

Echanges par le presse-papiers et les fichiers

- Tout tableau supporte les fonctions copier/coller via le presse-papiers (format texte)
- Les graphes supportent le copiage dans le presse-papiers, l'exportation dans des fichiers et l'exportation vers Excel
- Le réseau peut être exporté dans le presse-papiers ou dans des fichiers tabulaires ou graphiques



La fenêtre ci-contre est une image qui est capturée dans RESODO. Il peut être ensuite sauvé dans un fichier (format bitmap) ou copié dans le presse-papiers, à partir duquel il pourra être collé dans toute autre application.

L'extrait du tableau ci-dessous montre une sélection rectangulaire de cellules qui peuvent être copiées vers le presse-papiers. RESODO permet des sélections rectangulaires, des sélections de lignes, de colonnes ou de tout le tableau, incluant ou non son en-tête.

10	Conduite	E0009	0	LO11	LO07	140.0	60.0	1.00	0.000
11	Conduite	E0010	0	LO07	LO08	528.0	80.0	1.00	0.000
12	Conduite	E0011	0	LO12	LO10	264.0	60.0	1.00	0.000
13	Conduite	E0012	0	TH13	TH08	305.0	80.0	1.00	0.000
14	Conduite	E0013	0	TH08	TH09	40.0	80.0	1.00	0.000
15	Conduite	E0014	0	TH09	TH10	170.0	80.0	1.00	0.000
16	Conduite	E0015	0	TH10	TH11	280.0	80.0	1.00	0.000

Importation de données tabulaires ou graphiques

L'importation de tables de données se réalise à partir d'un fichier comprenant un enregistrement par ligne. Un très grand nombre de champs sont disponibles.

Les données à importer peuvent provenir d'une exportation de RESODO, mais aussi de tout logiciel capable de créer des tables de données, comme par exemple le tableur Excel.

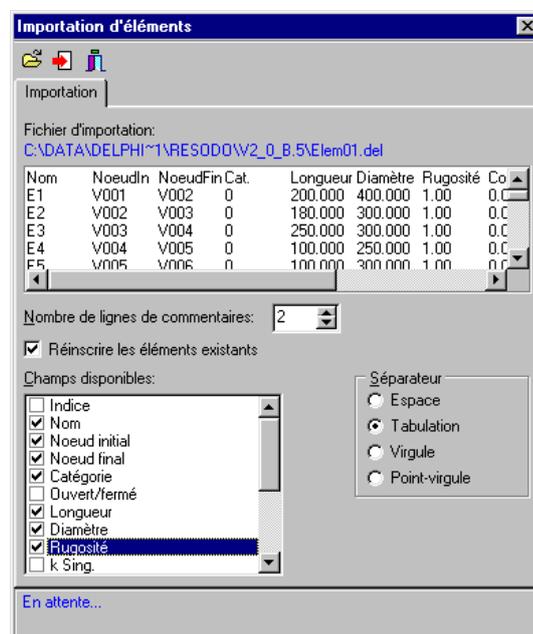
Lors de l'importation, de nombreuses vérifications sont effectuées, afin de limiter au mieux des effets non désirés : vérification de l'existence des données importées, validité des données à importer, mise en garde, etc.

Il est ainsi possible d'importer des tables de **nœuds**, des tables d'**éléments** ou des tables de **consommations**.

La puissance des fonctions d'échange de RESODO permet par exemple d'exporter certains champs, de les transformer via des fonctions plus ou moins complexes dans un tableur, puis de les réimporter dans RESODO.

Il est ainsi possible d'importer en quelques secondes des milliers de nœuds ou d'éléments, ou des consommations complexes.

Il est aussi possible d'importer des lignes et des polygones à partir de **logiciels de dessin ou de SIG** (voir rubrique) créant automatiquement le réseau à partir des données graphiques.



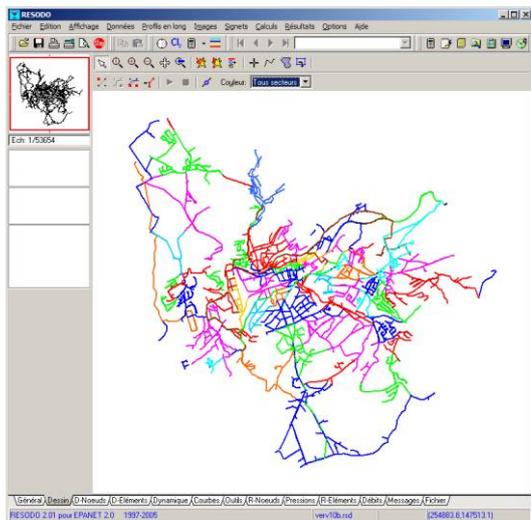
Exportation de données et de résultats

L'exportation des données est semblable à l'importation. L'utilisateur définit un ensemble de champs à exporter, et RESODO crée alors un fichier d'enregistrements hautement personnalisable. Comme il s'agit d'une exportation, il est possible d'exporter des données mais aussi des résultats.

Les tables ainsi créées peuvent être relues, non seulement par RESODO, mais aussi par un tableur où elles peuvent être facilement traitées. Tout logiciel capable de relire des tables de données peut donc importer les données exportées par RESODO.

11. LES INTERFACES AVEC SIG ET LOGICIELS DE DESSIN

RESODO dispose de passerelles importantes avec des logiciels SIG (systèmes d'information géographiquement localisée) et avec des logiciels de dessin.



Ces passerelles sont soit directes soit indirectes. Elles dépendent des possibilités d'échange de données de ces logiciels eux-mêmes. Les plus puissants disposent de fonctionnalités très évoluées qui faciliteront les échanges de données.

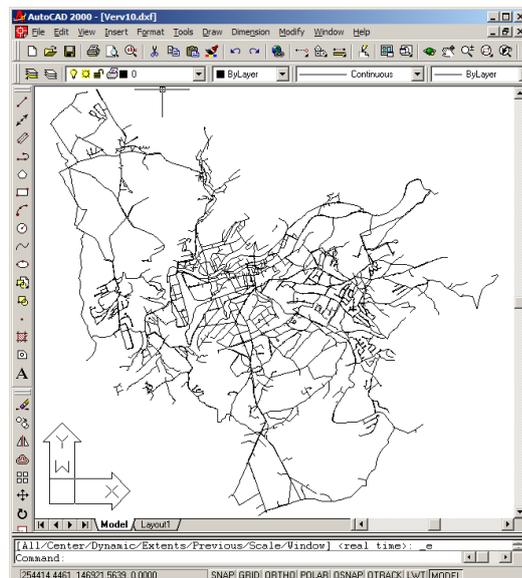
← **RESODO®**

Les échanges avec les logiciels de dessin sont essentiellement **graphiques**. Avec les SIG, les données **alphanumériques** peuvent aussi être échangées.

RESODO peut **importer** et **exporter** des fichiers généraux incluant des tables de données avec des informations spécifiques sur chaque ligne (enregistrement) : ce type d'importation/exportation est détaillé à la rubrique « Echange de données » et permet d'échanger des données avec presque tous les logiciels.

AUTOCAD® →

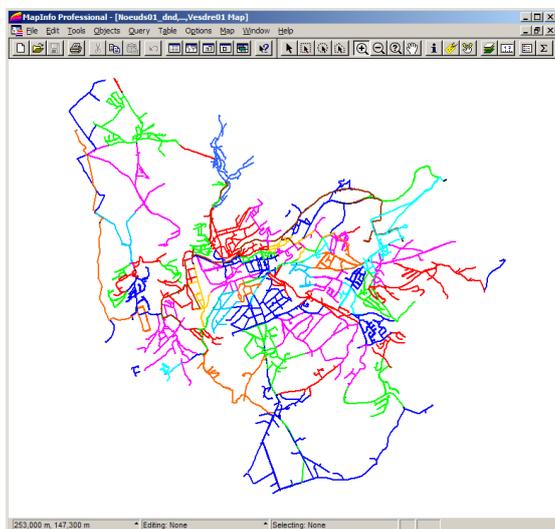
RESODO peut aussi importer et/ou exporter **directement** des données vers certains logiciels qui disposent d'un format prévu à cet effet. C'est par exemple le cas d'AutoCAD (avec son format dxf) et de MapInfo (avec son format mif/mid). Ces échanges de données peuvent aussi s'effectuer avec tous les logiciels qui sont compatibles avec ces formats. C'est particulièrement vrai pour le format dxf qui est très répandu.



Les exemples repris dans la présente rubrique montrent à chaque fois le même réseau dans RESODO, dans AutoCAD et dans MapInfo.

← **MAPINFO®**

Comme MapInfo est un SIG, chaque élément (nœuds, et conduites) dispose des informations provenant de RESODO : diamètre, rugosité, cellule de gestion, etc.



12. LES MODÈLES NUMÉRIQUES DE TERRAIN (MNT)

RESODO possède des fonctionnalités permettant de créer des modèles numériques de terrain (MNT) et de les utiliser pour récupérer automatiquement les altitudes tant pour les nœuds que pour les sommets des polygones dans le dessin vectoriel.

MNT à partir de levés topographiques ou de courbes de niveaux

Si l'utilisateur dispose de points (X,Y,Z) originaires par exemple d'un levé topographique, ces points peuvent constituer la base de construction d'un MNT. Si l'utilisateur ne dispose que d'une carte avec des courbes de niveau, il peut dans RESODO placer la carte en fond de plan puis dessiner des polygones (calées en Z) sur ces courbes de niveau (figure à gauche). RESODO permet d'extraire les points des polygones pour constituer la base du MNT.



Le MNT est alors construit dans RESODO en quelques secondes : il est visible dans la figure à droite, qui affiche aussi l'altitude au droit du curseur (altitude 783.1 m, curseur non visible ici).

MNT à partir de fichiers SRTM

RESODO peut lire les fichiers SRTM établis à partir des données de la NASA et librement accessibles sur l'Internet : RESODO extrait de ces fichiers les points (latitude,longitude,Z) situés dans une zone définie par l'utilisateur. Ces points permettent alors de créer un MNT. Les altitudes sont identiques à celles qu'on peut lire dans Google earth®.

L'utilisateur doit au préalable définir **son système de projection**, les points étant donnés en latitude/longitude. RESODO propose actuellement les systèmes UTM (mondial) et Lambert pour la France et la Belgique.

Un MNT de n'importe quel réseau du monde peut ainsi être créé en quelques minutes, à la précision des données de base des fichiers SRTM.

Extraction des altitudes / Profils en long

Une fois le MNT créé, RESODO peut très facilement afficher les altitudes Z de n'importe quelle zone du plan.



Le profil en long ci-contre a été construit en traçant une simple polygone puis en récupérant les altitudes du MNT le long de la polygone.

Les altitudes des nœuds du modèle peuvent aussi être extraites en quelques secondes.

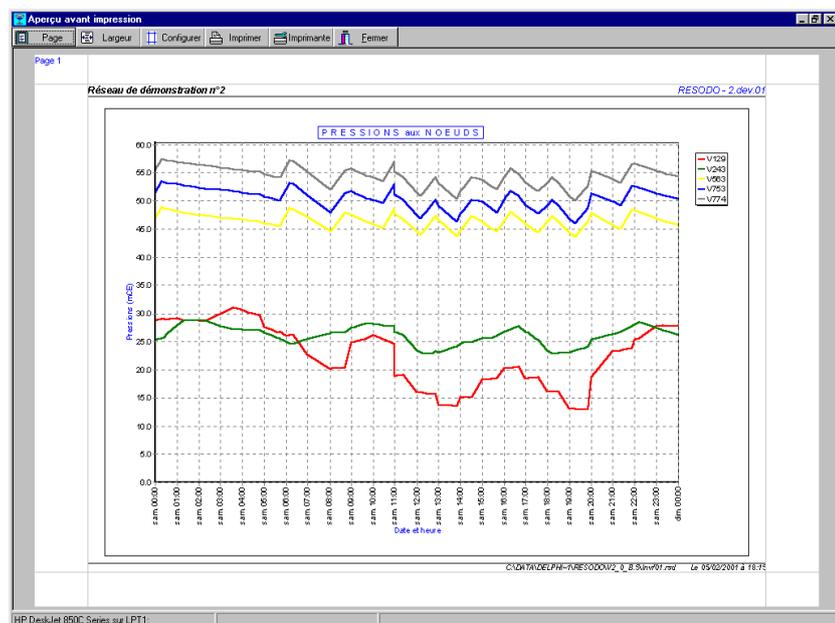
Comme pour de nombreuses autres fonctionnalités de **RESODO**, le logiciel dispose de nombreuses possibilités pour permettre aux utilisateurs d'obtenir des résultats performants à partir de données simples et disponibles sous toute une série de formes différentes qu'on rencontre dans la réalité professionnelle.

13. L'IMPRESSION DANS RESODO

RESODO propose de puissantes fonctions d'**aperçu avant impression** et d'**impression**, tant pour les **graphes** que pour le dessin du **réseau**. **RESODO** permet l'impression sur des feuilles de grandes dimensions à partir de simples imprimantes A4. L'aperçu avant impression montre l'apparence exacte qu'aura l'impression sur l'imprimante active. L'utilisateur peut ainsi configurer :

- la dimension de la feuille d'impression, qui peut se réaliser sur plusieurs feuilles à assembler
- la dimension des marges en mm, ainsi que les en-têtes et les pieds de page (textes, dimensions,...)
- les axes (minima et maxima, incréments, fontes,...), titres, libellés, ... de tous les graphes X-Y.

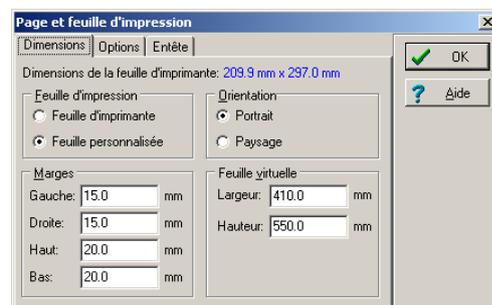
Impression des graphes



La figure ci-contre montre la vue avant impression d'un graphe X-Y. Tous les graphes peuvent être aperçus puis imprimés de cette manière.

On peut voir les marges d'impression (en grisé), ainsi qu'un en-tête et un pied de page personnalisés.

Le dialogue présenté ci-dessous montre les possibilités de configuration de la page et de la feuille d'impression.

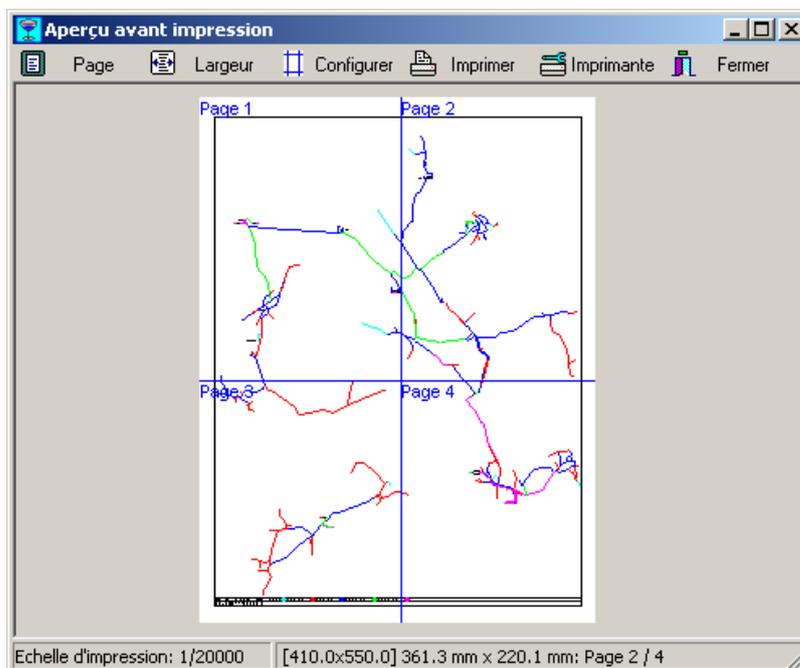
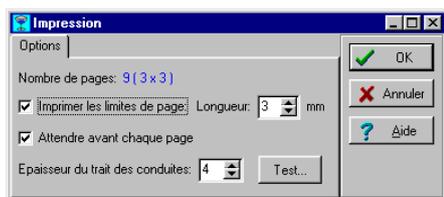


Impression du réseau

La figure à droite montre la vue avant impression du dessin du réseau d'une feuille virtuelle de 800 mm x 600 mm, imprimée à partir d'une imprimante au format A4.

L'impression est divisée ici en quatre pages et la feuille virtuelle peut être ainsi recomposée. Les impressions peuvent se réaliser à une **échelle fixée** (1/20000 ici).

Le dialogue ci-dessous montre les options d'impression permettant de gérer interactivement l'impression sur plusieurs pages du dessin du réseau.



Les possibilités ainsi offertes par RESODO autorisent une utilisation optimale des moyens d'impressions, qu'il s'agisse de puissants traceurs de grandes dimensions, ou d'imprimantes personnelles aux possibilités plus limitées.

14. LA DÉFENSE CONTRE L'INCENDIE

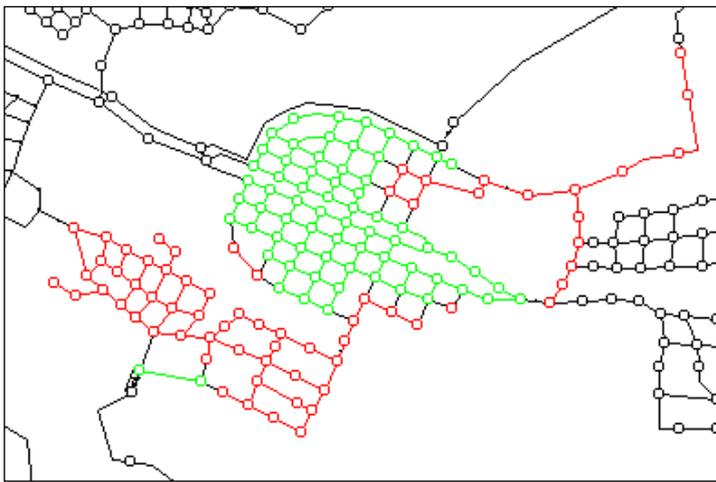
RESODO propose différentes possibilités de calcul de la défense contre l'incendie, couvrant tout ce que l'utilisateur peut attendre :

- **calculs systématiques** des débits et pressions disponibles en un ensemble de points (hydrants) définis par l'utilisateur ;
- calcul d'une courbe des **pressions résiduelles** lorsqu'on soutire des débits variables en un point du réseau,
- **calcul dynamique** d'un incendie permettant de visualiser l'influence de l'incendie sur l'ensemble du réseau et des réservoirs.

RESODO offre des facilités pour choisir les points à calculer et pour suivre l'évolution des calculs. RESODO produit des rapports après calculs, facilitant ainsi la gestion des projets.

RESODO couvre ainsi l'ensemble des aspects permettant d'effectuer un diagnostic rapide et fiable du comportement du réseau lors de ces conditions très particulières.

1. Calculs systématiques des débits et pressions disponibles



RESODO permet de définir un ensemble de points où des tests d'incendie seront automatiquement effectués : une pression résiduelle est définie et RESODO calcule le **débit disponible** à cette pression. De même, un débit d'incendie est imposé (ex. : 17 l/s=60 m³/h) et la **pression résiduelle** est calculée. Les nœuds rouges ne satisfont pas aux conditions d'incendie. Les résultats peuvent être consultés graphiquement (voir ci-contre), dans une table (voir ci-dessous) et dans un rapport.

#	Nom	Pr rés.	Q min.	Débit	Pression
16	V089	10.00	17.0	23.2	16.56
17	V090	10.00	17.0	16.6	9.30
18	V098	10.00	17.0	26.8	17.43
19	V099	10.00	17.0	24.0	16.66

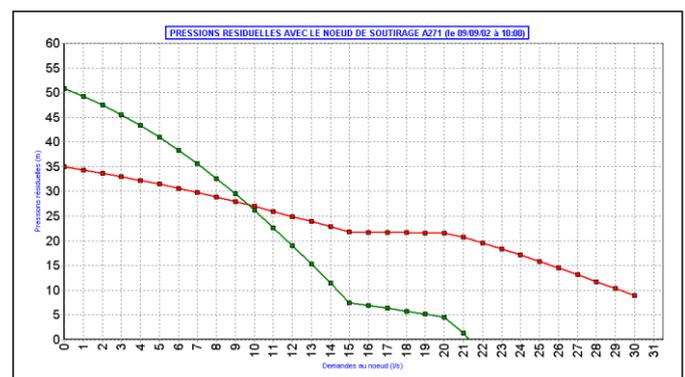
Les calculs systématiques permettent de visualiser rapidement les quartiers qui ne satisfont pas aux conditions d'incendie prédéfinies. Si des calculs détaillés doivent être effectués pour l'un ou l'autre nœud, il est possible d'y calculer les pressions résiduelles (cf. 2 ci-dessous). Si l'utilisateur désire évaluer l'influence sur l'ensemble du réseau de la défense contre l'incendie en un point fixé, il peut utiliser la modélisation dynamique du réseau (cf. 3 ci-dessous).

2. Courbe des pressions résiduelles

RESODO propose le calcul des pressions résiduelles en un nœud. Cela permet d'évaluer la pression qui existe au nœud lorsqu'un débit fixé est soutiré. Le calcul est répété pour plusieurs débits de manière à tracer une courbe.

En lisant directement les résultats sur la courbe, l'utilisateur peut facilement évaluer quel débit peut être soutiré au nœud en assurant une pression résiduelle fixée.

Par rapport aux calculs systématiques, un seul point est étudié à la fois, mais les résultats permettent l'évaluation de débits et pressions multiples. On peut ainsi comparer le nœud V090 ci-contre avec le résultat affiché dans le tableau affiché en 1.



3. Modélisation dynamique d'un incendie

Une troisième possibilité pour étudier les conditions d'incendie est le calcul dynamique du réseau : on choisit le point où on désire effectuer le test, puis on y impose une consommation d'incendie (par exemple : 60 m³/h pendant deux heures). On effectue ensuite des calculs hydrauliques **classiques** (pendant 24 heures par exemple) puis on évalue les résultats.

Dans ce cas, il est possible d'évaluer les conditions existant dans l'**ensemble** du réseau (vitesses, pertes de charge,...) lorsque l'incendie est fixé en un point. De plus, cette méthode permet de vérifier si les réserves d'eau sont suffisantes dans les différents réservoirs. Enfin, il est possible ici de répartir la demande d'incendie sur plusieurs hydrants simultanément.

15. L'AIDE DANS RESODO

RESODO propose une aide principalement centrée sur le fichier d'aide, qui permet à l'utilisateur de consulter un grand nombre de rubriques, lui donnant accès non seulement aux différents aspects de l'utilisation du logiciel, mais aussi à des sujets plus généraux d'hydraulique et de modélisation des réseaux d'eau potable. D'autres types d'aides sont disponibles dans RESODO, mais aussi dans l'Internet, au travers des possibilités présentées par EPANET, le moteur de calcul de RESODO.

1. Le fichier d'aide de RESODO

Le logiciel RESODO est accompagné d'un **fichier d'aide** et d'un **manuel imprimable** en français, permettant à l'utilisateur d'accéder aux informations qui décrivent comment utiliser le logiciel, la signification des différentes fenêtres et des champs, etc.



Lorsque l'utilisateur presse la touche F1 du clavier, RESODO charge automatiquement l'aide concernant le sujet qui est actif à l'écran, qu'il s'agisse de la fenêtre principale, d'une fenêtre secondaire, d'un menu, ou encore d'un dialogue.

De plus, l'aide de RESODO permet d'avoir accès à des sujets généraux, concernant la modélisation des réseaux d'eau potable, comme par exemple :

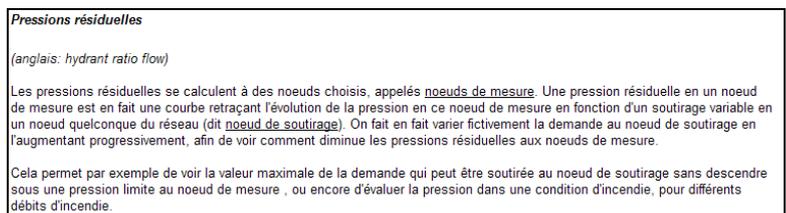
- Pourquoi modéliser
- Comment modéliser
- Puits, forages, exhaures

L'aide est organisée sous la forme d'un livre, avec des chapitres principaux, et des sous chapitres ou paragraphes.

De nombreuses références croisées permettent d'avoir accès rapidement aux informations liées. En tête de chaque sujet, on donne aussi quelques références utiles.

Voici quelques chiffres illustrant la richesse de l'aide dans RESODO :

- **300** rubriques dans la fenêtre principale (ci-dessus)
- **100** rubriques popup (figure ci-contre)
- **250** images
- aide sur plus de **50** dialogues de RESODO avec des liens hypertextes entre les rubriques.

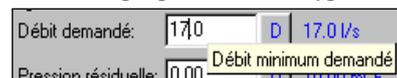


Des rubriques traitent aussi de questions générales, qui aident l'utilisateur, en particulier au début de l'utilisation du logiciel. On peut citer par exemple les deux rubriques suivantes :

- « **Démarrer rapidement** » : c'est un didacticiel, qui permet à l'utilisateur de suivre pas à pas la manipulation du logiciel dans quelques-unes de ses plus importantes fonctionnalités (Introduction d'un réseau minimum, Calculs hydrauliques, Ajouter une conduite, Modification des caractéristiques des nœuds et des éléments, Calculs de qualité, Pressions résiduelles, etc.)
- Dans le chapitre « **Utilisation du logiciel** », un sujet donne les unités utilisées dans RESODO, présentées dans une liste.

2. Autres aides dans RESODO

RESODO propose d'autres types d'aide : par exemple, des info-bulles sont disponibles tout au long de l'utilisation du logiciel.



La figure à gauche montre l'info-bulle d'un champ d'introduction de données (débit d'incendie),

Débit minimum demandé en condition d'incendie

la figure à droite montre l'information affichée dans la barre d'état, qui s'adapte en fonction de la position du curseur de la souris. De plus, RESODO propose des dialogues de mises en garde ou d'erreurs, lorsque des données non conformes ont été introduites. L'onglet « Messages » de la fenêtre principale regroupe l'ensemble des messages qui ont été créés par RESODO, permettant à l'utilisateur de visualiser toute une série d'informations, l'aidant ainsi dans la compréhension de son modèle et de ses calculs.

3. L'aide avec EPANET

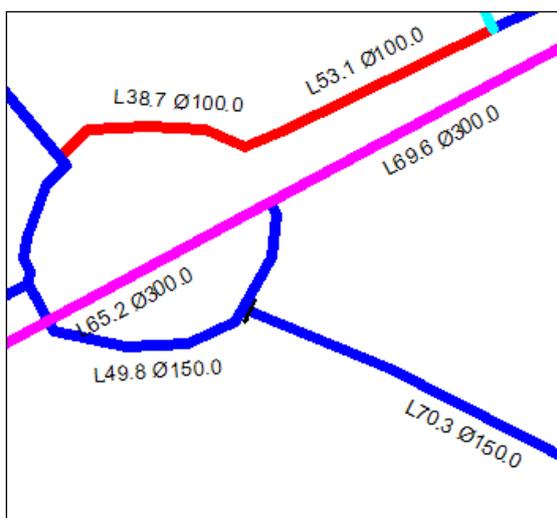
EPANET, qui est le moteur de calcul du RESODO, est utilisé par un très grand nombre d'utilisateurs dans le monde. La documentation fournie avec EPANET donne de nombreuses informations techniques sur le modèle. D'autre part, un forum de discussions existe sur l'Internet, permettant aux utilisateurs de RESODO d'échanger deux types d'informations principales. L'un concerne la modélisation elle-même, l'autre des discussions plus générales (incrustations dans les conduites, incendie, etc.).

16. LES ÉQUIPEMENTS ET LES RÉSEAUX MODÉLISABLES

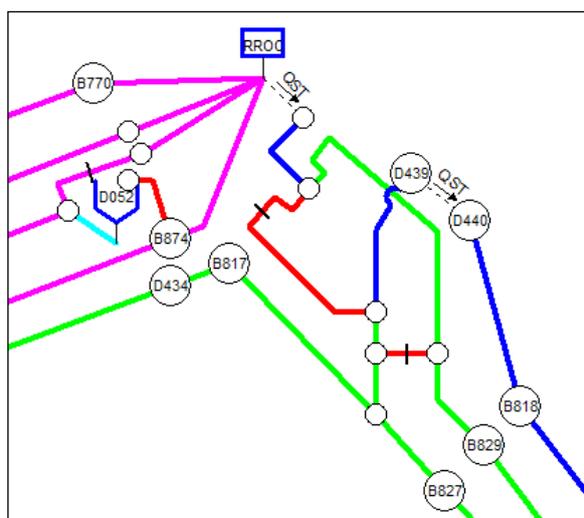
RESODO permet de modéliser (liste non exhaustive) :

- des nœuds de **consommation** ;
- des **sources** ;
- des **nappes aquifères** ;
- des **réservoirs** de formes prédéfinies ou de forme quelconque, avec entrée par le haut ou par le bas, avec vannes de fermeture tout ou rien ou vannes à flotteur, etc.
- des **conduites** avec pertes de charge en long, pertes de charges singulières et **incrustations** ;
- des **vannes régulatrices** (stabilisateurs de pression amont et aval, réducteur de pression, limiteur de débit, etc.) ;
- des **pompes** aux courbes quelconques, avec rendement correspondant. Les pompes peuvent être à vitesse variable ;
- des **contrôles** et des **règles** de fonctionnement, qui permettent d'ajuster dynamiquement les équipements (ouverture/fermeture, consignes de fonctionnement des pompes et des vannes, etc.) en fonction du temps, de pressions, ou de niveaux d'eau .

Cela signifie que REDOSO peut être utilisé pour des des réseaux aux caractéristiques très variées, qu'ils s'agissent d'études de conception, de la vérification du fonctionnement ou de la gestion au quotidien.



Conduites de distribution



Ensemble réservoir/bâche/station de pompage

On peut ainsi citer, entre autres :

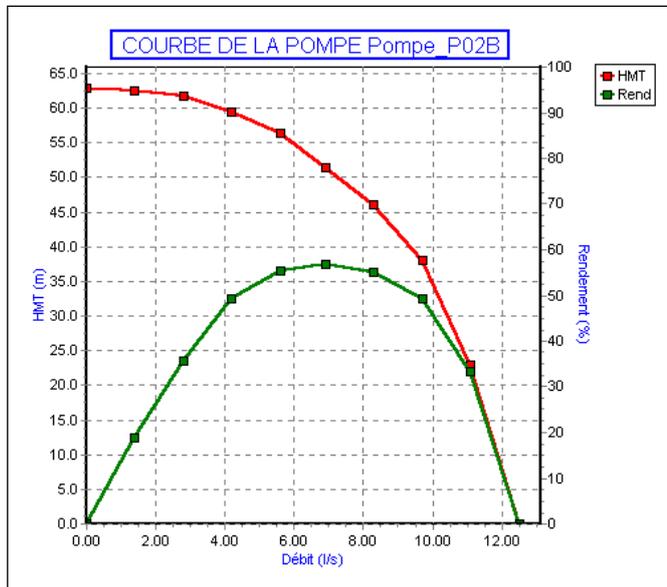
- la modélisation de **captages** en surface ou en profondeur ;
- la modélisation de **stations de pompages** ;
- la modélisation de systèmes de **stockage** et d'**adductions** complexes ;
- la modélisation de réseaux de **distribution** urbains ou ruraux, aux dimensions et caractéristiques très diverses.

Pratiquement, RESODO s'accommode de réseaux aux caractéristiques très variées, qu'ils soient simples ou complexes, complets ou simplifiés.

17. LA MODÉLISATION DES POMPES

RESODO peut modéliser des pompes et des stations de pompage très variées. Les courbes des pompes peuvent être définies point par point pour représenter les courbes réelles. RESODO, grâce à sa gestion événementielle, permet de suivre le fonctionnement réel de la pompe, même dans des cas exceptionnels. RESODO permet ainsi de calculer des pompes pour des captages, des bâches de refoulement, des stations de traitement, des refoulements d'eaux claires ou d'eaux usées, et cela même pour des configurations réelles complexes.

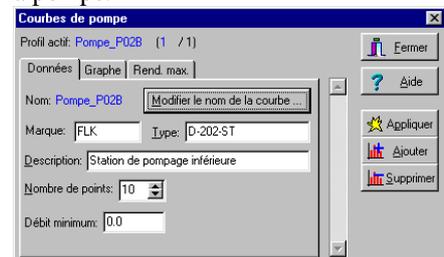
Caractéristiques des pompes modélisées



Les pompes modélisables par RESODO couvrent la majorité des pompes existantes, en introduisant une courbe (Q,H) standard ou la courbe réelle point par point. La figure ci-contre montre le modèle d'une pompe réelle.

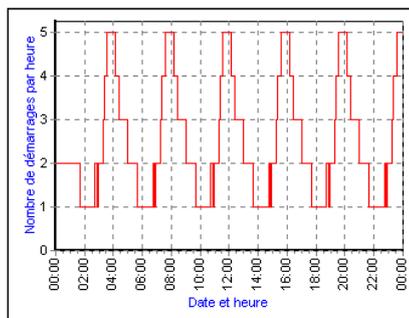
L'utilisateur peut faire varier la vitesse de rotation de la pompe pendant la simulation, au moyen de contrôles sur des pressions, des niveaux d'eau, des débits, des horaires de fonctionnement, etc.

Les courbes de rendement peuvent être introduites de manière très précise, en les adaptant à la vitesse de rotation réelle de la pompe.

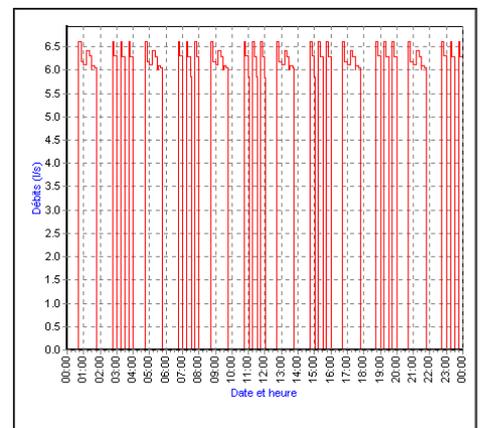


Résultats fournis par RESODO

RESODO permet de visualiser de nombreux résultats liés aux pompes. Par exemple, le débit peut être visualisé à la seconde près, même lorsqu'il y a un très grand nombre de démarrages et d'arrêts (gestion événementielle).



Ainsi, la figure à droite montre le débit d'une telle pompe pendant 24 heures, tandis que la figure à gauche montre le nombre de démarrages par heure d'une pompe située dans une bâche et connaissant ici jusqu'à 5 démarrages par heure. RESODO, par un simple clic de souris sur la pompe peut évaluer les volumes la traversant. Le point de fonctionnement peut aussi être visualisé à tout moment.

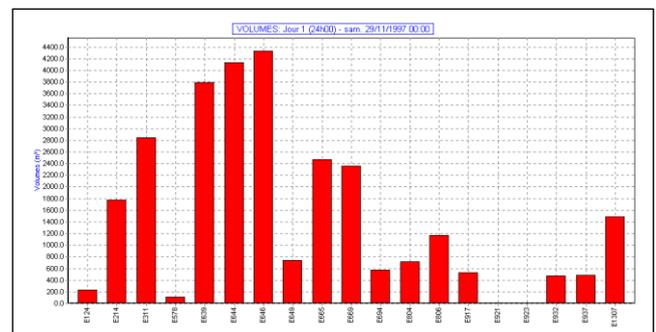


RESODO possède de plus un outil de calcul permettant d'effectuer un bilan de toute la modélisation pour l'ensemble des pompes.

Travaillant en dates réelles, RESODO peut ainsi calculer le bilan jour par jour (diagramme à droite) et pour toute la simulation. L'utilisateur peut alors très facilement comparer le fonctionnement des pompes et des stations de pompage jour par jour.

Le bilan permet entre autres d'évaluer rapidement les durées de fonctionnement, les volumes pompés, l'énergie consommée et les coûts de pompage (table ci-dessous).

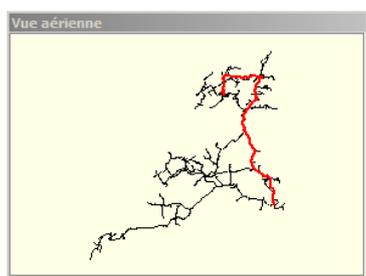
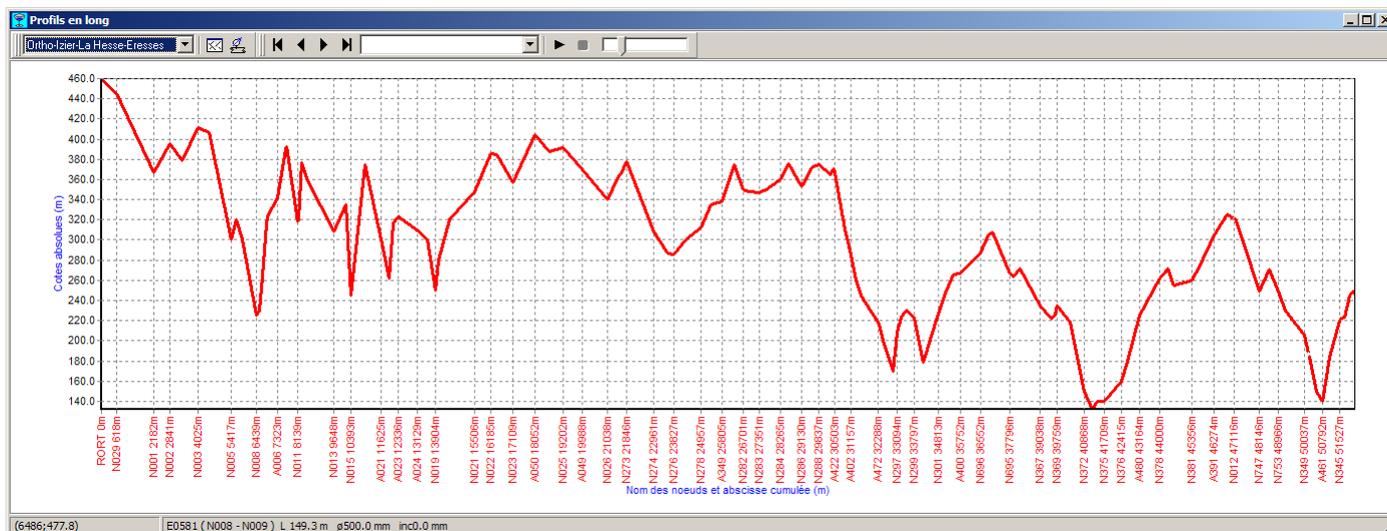
#	Jour	Durée	% util.	Volume	En.(kWh)	Coût	Coût an.
1	Jour 1 (24h00) - mardi 10/10/2000 00:00	07h30	31.3	175.2	44.9	197.4	72048.3
2	Jour 2 (24h00) - mercredi 11/10/2000 00:00	06h00	25.0	140.1	35.9	166.0	60574.7
3	Jour 3 (24h00) - jeudi 12/10/2000 00:00	06h00	25.0	140.2	35.9	176.8	64515.6
	TOTAL	19h30	27.1	455.5	116.6	540.1	65712.9



Enfin, RESODO permet de récupérer les résultats du calcul des pompes tant sous la forme de tables que de graphes.

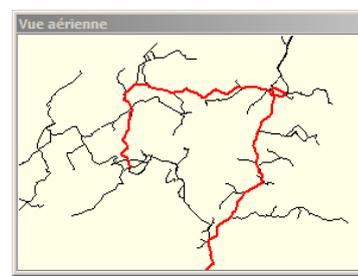
18. LES PROFILS EN LONG

RESODO permet la création et l'affichage de profils en long. Les profils en long suivent un cheminement altimétrique de conduites/pompes/vannes régulatrices en fonction de la topographie introduite par l'utilisateur.

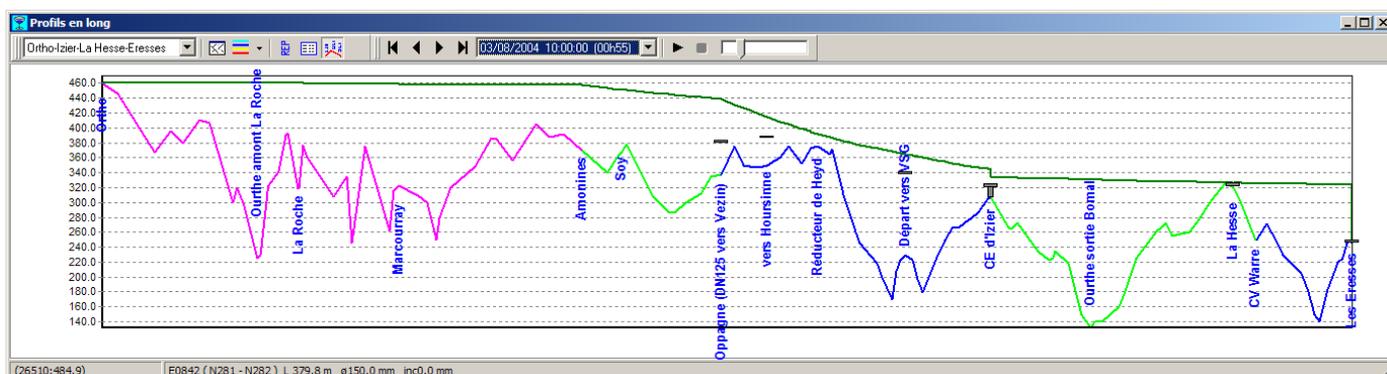
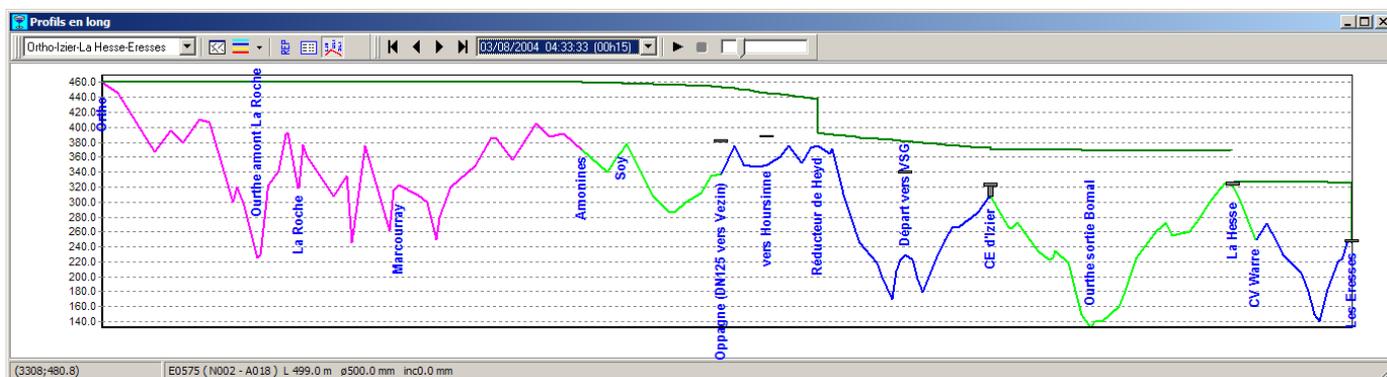


La figure ci-dessus montre un profil en long d'environ 52 kilomètres.

La figure à gauche montre la vue en plan du profil en long qui est actif. RESODO permet d'effectuer toutes sortes de zooms tant sur le profil en long que sur la vue en plan (figure à droite).



Une fois que des calculs ont été effectués, la ligne piézométrique s'ajoute à la ligne du terrain naturel.



RESODO peut faire défiler automatiquement le profil dynamique lors de sa variation au cours de la simulation. Cela aide les utilisateurs à bien comprendre le comportement hydraulique du réseau.

Les profils en long sont aussi repérables par mise en évidence dans l'affichage en plan du réseau.

19. LES SITES DE LIENS

RESODO permet d'installer sur l'écran graphique des marques symboliques  qui définissent à l'écran un « **site de liens** » comme le montre la figure ci-dessous.

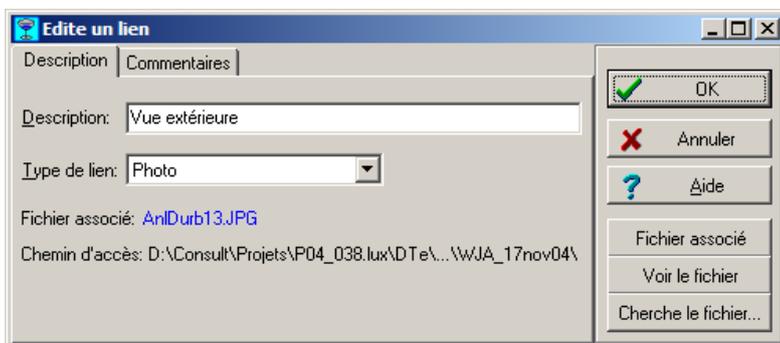
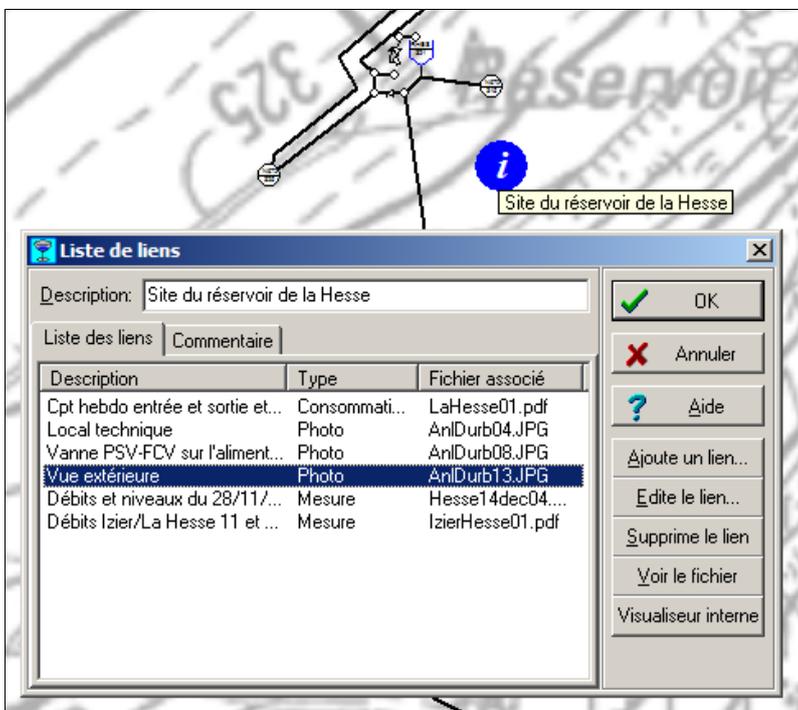
Ces symboles sont inclus graphiquement dans RESODO. Ils peuvent être déplacés au moyen de la souris. Ils peuvent aussi être supprimés.

On peut insérer autant de sites de liens que désiré. Chaque site est identifié par un nom et un commentaire peut être ajouté.

Une liste de liens peut ensuite être attachée à ce site. Le dialogue ci-contre montre une liste de six liens. Chaque ligne représente **un lien vers un fichier** quelconque : photos, schémas, dessins, mesures de pressions ou de débits, fichiers de traitement de textes, tableaux, etc.

Le fichier lié est défini dans RESODO en ajoutant un lien au site de liens. Le dialogue ci-dessous montre le dialogue d'édition du lien sélectionné à droite.

Le fichier associé est décrit et un commentaire spécifique à chaque lien peut être ajouté.



Une fois le lien totalement défini, un simple appel à la commande <Voir le fichier> permet d'ouvrir l'application source. Par exemple, un lien sur un fichier jpg ouvrira l'application définie par défaut pour la visualisation des fichiers images jpeg. Un lien sur un fichier pdf l'ouvrira dans Acrobat. Un lien sur un fichier doc l'ouvrira dans WopdPad ou Word, etc.

Les sites de liens sont un moyen puissant pour avoir accès rapidement à la plupart des informations stockées sur l'ordinateur sans devoir passer un temps important à les rechercher. Dans des projets importants, il y a des dizaines voire des centaines de fichiers attachés au projet : photos, plans, schémas, mesures, rapports, tableaux, etc. Cette organisation graphique des données permet à l'utilisateur de les retrouver très facilement. Il s'agit d'un outil comparable à ce qu'offrent les gestionnaires de bases de données.

20. LA GESTION ÉVÉNEMENTIELLE EN DATES RÉELLES

Description

En tant que gestion événementielle, **RESODO** récupère, outre les périodes prédéfinies, les résultats de modélisation à chaque fois qu'un événement se produit, à savoir :

- une ouverture ou fermeture d'un élément (conduite, vanne, pompe) ;
- une mise en marche ou un arrêt d'une pompe ;
- une modification de consigne (vanne ou pompe) ;
- un réservoir qui est vide ou plein ;
- un événement déclenché par un contrôle ou par une règle définis par l'utilisateur.

Tous ces événements seront ainsi visibles au moment précis où ils se produisent.

La modélisation en dates réelles signifie que toute simulation peut être datée précisément (jour et heure), de même que tout événement temporel.

Il faut ainsi dater :

- le début de la simulation ;
- tout contrôle simple sur le temps absolu (non quotidien) ;
- dans les règles, toute condition sur le temps absolu (non quotidien).

Avantages

Le principal avantage est de pouvoir suivre précisément le comportement du réseau, puisque tout événement est visible. Les événements décrits ci-dessus seront visibles à l'exact moment où ils se produisent. Dans RESODO, tout résultat rapporté est pertinent, puisqu'il correspond à un événement. Par contre, s'il ne se passe rien, RESODO ne rapporte rien.

Un exemple significatif est le débit d'une pompe dans une bache : s'il y a de nombreux cycles de démarrages et d'arrêts, RESODO les rapporte exactement. Par contre, lorsque la pompe ne change pas d'état, RESODO ne rapporte rien.

Un autre avantage se trouve dans le calcul des bilans (volumes, énergie, etc.). Ceux-ci nécessitent une gestion événementielle afin d'avoir des résultats concordants avec la réalité. Par exemple, dans RESODO, la durée de fonctionnement d'une pompe sera exactement ce qui a été calculé.

Tout résultat temporel est ainsi présenté selon le jour et l'heure précis, tout en restant formatable. Ainsi, le jour de la semaine peut être affiché, ce qui permet à l'utilisateur de repérer facilement le moment où il modélise.

Cela est par exemple utile quand les conditions de fonctionnement du réseau diffèrent d'un jour de la semaine à l'autre.

Contraintes

Si dans le réseau modélisé, il y a de très nombreux événements, le nombre d'événements rapportés peut être très important. C'est en quelque sorte le prix à payer pour avoir une vue claire du comportement du réseau. D'ailleurs, dans ce cas, sans gestion événementielle, il devient très difficile de visualiser ce qui se passe, puisqu'un très grand nombre d'événements ne sont pas visibles.

21. LE MOTEUR DE CALCUL EPANET

Pour effectuer ses calculs hydrauliques et de qualité, **RESODO** utilise le moteur de calcul **EPANET**.

EPANET est un logiciel de calcul des réseaux d'eau potable, développé par l'Environmental Protection Agency (Ministère de l'Environnement des Etats Unis). Depuis sa version 2.0, EPANET est fourni sous deux aspects :

- soit un exécutable permettant d'introduire les données, d'effectuer les calculs et de visualiser les résultats : il s'agit d'un logiciel comparable à RESODO, mais en anglais et ne contenant pas les outils proposés par RESODO, tout en étant limité dans ses options ;
- soit une librairie dynamiquement liée (fichier dll) contenant des fonctions qui peuvent être appelées à partir d'autres exécutables : c'est cette librairie qu'utilise RESODO pour effectuer les calculs hydrauliques et de qualité.

EPANET est utilisé par un très grand nombre de modélisateurs partout dans le monde, ce qui signifie qu'il est régulièrement testé. Suite à cela, ses mises à jours sont fréquentes et des améliorations du produit sont régulièrement disponibles.

Le consultant entretient des relations suivies avec le concepteur d'EPANET, ce qui donne à RESODO l'assurance de disposer d'un moteur de calcul efficace et correspondant à ses besoins.

Enfin, EPANET étant mondialement utilisé, la plupart des logiciels de modélisation des réseaux d'eau potable possèdent la possibilité de lire les fichiers de données au format EPANET. Comme RESODO peut créer ces fichiers, cela signifie que les réseaux créés avec RESODO peuvent être relus par tous ces logiciels.

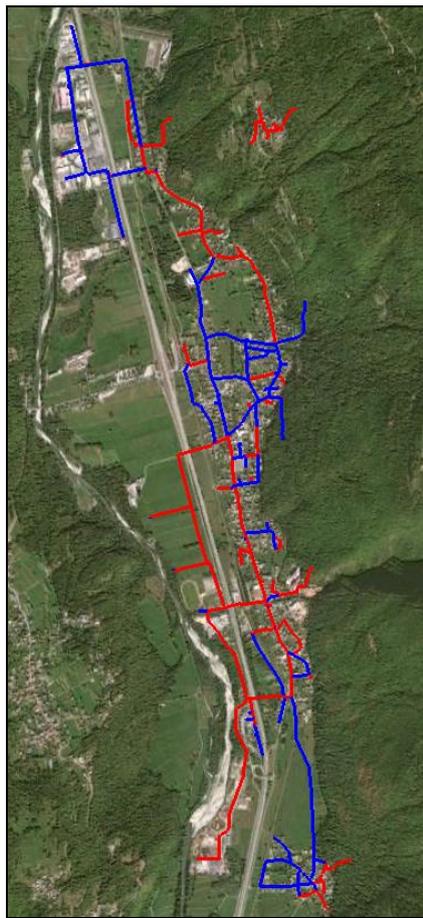
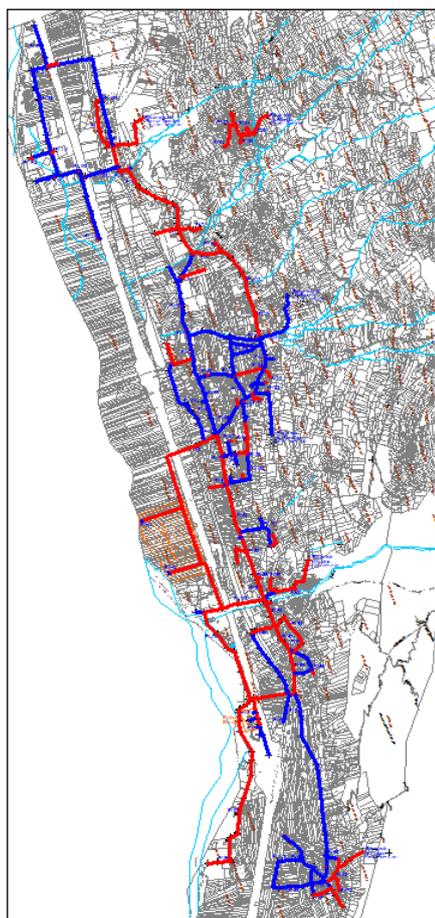
22. LES LIENS AVEC GOOGLE EARTH®

RESODO dispose de liens bi-directionnels avec Google earth®.

Il est possible :

- d'exporter les conduites de RESODO et de les afficher dans Google earth ;
- d'exporter des dessins vectoriels (polylignes et polygones) de RESODO vers Google earth ;
- de dessiner des points (repères), des polylignes (trajets) et des polygones dans Google earth et de les importer dans RESODO en tant que dessin vectoriel ;
- d'introduire des polylignes dans Google earth et de les importer en tant que conduites dans RESODO !

Exemple d'exportation de RESODO vers Google earth®



Les vues ci-contre montrent un réseau dans RESODO avec un fond de plan cadastral et le même réseau dans Google earth.

On a mis en évidence (en bleu) les conduites d'un diamètre 100.

Les fonctionnalités de RESODO permettent en effet d'exporter les conduites dans des couches ou dossiers spécifiques au diamètre.

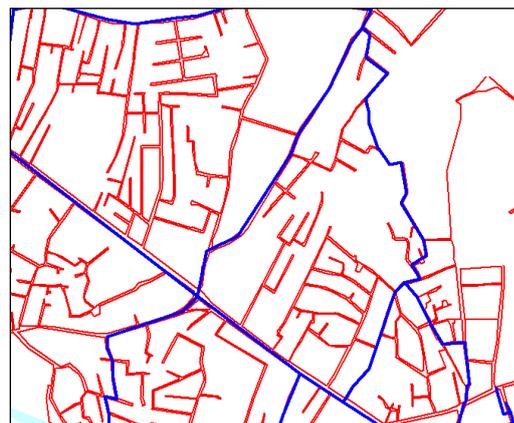
Outre les conduites, on peut aussi exporter les lignes et polylignes dessinées en fond de plan de RESODO et les visualiser directement dans Google earth.

Ces fonctionnalités demandent toutes au préalable de définir dans RESODO un système de projection (voir la rubrique « 12. RESODO et les modèles numériques de terrain (MNT) »).

Exemple d'exportation de Google earth® vers RESODO

Ci-contre, on voit la trame urbanistique d'un réseau qui a d'abord été dessinée dans Google earth (lignes jaunes) et puis qui a été importée dans RESODO (lignes rouges, figure à droite).

Le réseau principal (en bleu) a aussi été importé à partir de Google earth.



23. LES BESOINS EN MATÉRIEL ET LOGICIELS

RESODO est conçu pour fonctionner sur une vaste gamme d'ordinateurs dont le système d'exploitation est une version Windows de 32 ou 64 bits comme Windows 2000, XP, Vista, Windows 7 et Windows 8.

CARACTERISTIQUES MATERIELLES

Les caractéristiques du matériels sont plus liées au système d'exploitation lui-même qu'à RESODO. Par exemple, Windows Vista demande une configuration matérielle assez solide. Si RESODO est installé sur un système utilisant Windows Vista, c'est avant tout le système d'exploitation qui mobilisera les ressources.

Bien entendu, plus le matériel sera puissant, plus rapides seront les calculs et les affichages. Ceci est d'autant plus vrai si l'utilisateur utilise intensément les possibilités d'affichage d'images en fond de plan et de dessin vectoriel de RESODO.

Cependant, toute configuration classique pour le système d'exploitation donnera des résultats satisfaisants. Une priorité sera donnée à la mémoire vive si on veut améliorer les capacités de fonctionnement.

Pour information, l'installation de RESODO ne demande pas plus de 15 MB d'espace libre sur disque. Par contre, l'utilisation de RESODO nécessite la création de fichiers de données et de résultats qui peuvent occuper plusieurs dizaines de MB d'espaces sur disque. De même, l'utilisation de nombreuses images de fond de plans demande le stockage de ces dernières sur le disque dur. La capacité actuelle des disques durs des ordinateurs ne doit cependant pas poser de problèmes particuliers.

PERIPHERIQUES

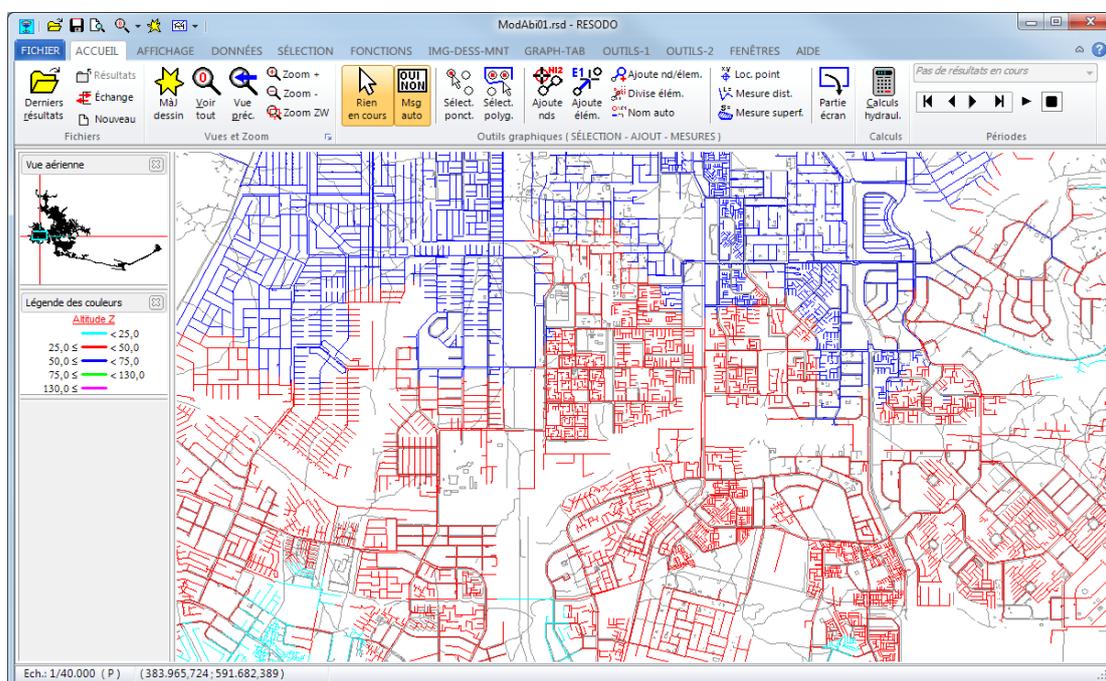
Aucun périphérique n'est nécessaire pour que RESODO fonctionne. Cependant, il est recommandé de disposer d'une imprimante. RESODO a l'énorme avantage de pouvoir fonctionner avec **tout type d'imprimante**, depuis les plus petits jets d'encre A4 aux plus puissants traceurs A0. . Il est à noter que ces derniers doivent disposer de la mémoire suffisante pour imprimer des réseaux très complexes avec images de fonds de plan par exemple. Cette exigence n'est pas propre à RESODO.

RESODO a aussi l'avantage de pouvoir imprimer des plans à des **formats supérieurs** à celui de l'imprimante : à partir d'une imprimante A4, il est possible d'imprimer des plans à tous les formats supérieurs (A3, A2, ...), à charge de l'utilisateur de recomposer le plan complet.

Il est aussi conseillé de disposer d'un scanner, en particulier si on ne dispose pas d'images de fonds de plan mais uniquement de plans, qu'il faut alors scanner avant de les insérer dans RESODO. Il en est de même pour des images numérisées ou des photos numériques qui peuvent être insérés.

24. RESODO 3

RESODO 3 est la nouvelle version de RESODO qui est officielle depuis l'année 2015. Elle est fonctionnelle et peut être installée en même temps que RESODO 2. Les fichiers de données sont totalement compatibles.



Quelques nouveautés de **RESODO 3**:

- la présentation générale avec un **ruban** remplaçant le menu classique de Windows
- une présentation de fonctionnalités dans des **fenêtres spécifiques** (tables, graphes, rapports, outils, etc.) plutôt que dans des onglets de la fenêtre principale afin de valoriser l'utilisation d'un deuxième écran
- des fonctionnalités pour prévisualiser les réseaux récemment ouverts
- les unités alternatives au l/s et mCE : les **m³/h**, les **l/min** et **m³/jour** d'une part et les **bars** d'autre part
- un dialogue de recherche des nœuds et des éléments plus performant
- une gestion plus poussée des fonctionnalités de **dessin directement dans RESODO**
- une gestion des importations et des exportations via un gestionnaire d'échange de données et de **nouvelles procédures d'échange** (fichiers SHP) ou améliorées (EPANET)
- des **vérifications de la topologie** du réseau, en particulier après une importation (par exemple vérification automatique des connexions entre les nœuds très proches d'éléments sans y être bien connectés)
- des **tables améliorées** (données et résultats des nœuds et des éléments, etc.)
- une amélioration générale de la présentation de l'outil-incendie et de l'outil des pressions résiduelles
- une amélioration de l'introduction et de la gestion des profils en long
- des améliorations pour les options de zoom
- de nouvelles options d'affichage: repérage des réservoirs, des nœuds ou éléments considérés, etc.
- la possibilité de travailler aussi bien en point ou en virgule comme séparateur décimal
- une amélioration pour la **gestion des grands réseaux** de plusieurs dizaines de milliers de conduites
- une amélioration pour l'efficacité du calcul des rendements du réseau
- la gestion des **pressions minimales et maximales** constatées pendant les calculs
- ... et bien d'autres choses encore !

25. LA FORMATION

Bien que conçu pour une efficacité maximale par rapport à la problématique quotidienne de la conception et la gestion des réseaux d'eau potable, l'utilisation de **RESODO** demande des connaissances suffisantes en hydraulique ainsi qu'une maîtrise satisfaisante de la modélisation mathématique des réseaux.

Softeau peut apporter sa grande expérience en la matière et propose ainsi divers cycles de formations adaptées aux attentes des utilisateurs et aux objectifs des services d'eau potable.

Les formations se donnent habituellement au siège de l'utilisateur final du logiciel, ce qui lui permet d'apprendre le fonctionnement RESODO dans son contexte futur d'utilisation. Les formations étant très interactives, des exemples de modélisation de cas réels sont proposés, idéalement à partir des réseaux de l'utilisateur final.

Les phases de formation qui peuvent être envisagées lors d'une formation-type sont par exemple :

1. **concepts hydrauliques** généraux et appliqués au calcul et à la modélisation des réseaux d'eau potable ;
2. **concepts généraux de la modélisation** des réseaux d'eau potable : modélisation des conduites, des consommations, des réservoirs, des vannes régulatrices, des stations de pompage, etc. ;
3. **concepts particuliers de la modélisation** des réseaux d'eau potable : fuites et rendements, défense contre l'incendie, bilans de modélisation, mesures en réseau, calage des modèles, etc. ;
4. **gestion d'un projet d'étude** d'un réseau au moyen de la modélisation, depuis la collecte des données jusqu'à l'exploitation des résultats ;
5. **utilisation spécifique du logiciel**, tant pour l'introduction des données, que pour l'exploitation des résultats ou encore pour l'utilisation des fonctionnalités.

La durée des formations est à adapter en fonction de l'expérience et de la demande de l'utilisateur.

La modélisation des réseaux d'eau potable *Chapitre 2-26*

Figure 8 - Illustration d'un profil en long

La Figure 8 reprend les caractéristiques du profil en long de la Figure 7.

La double information qu'on retire en général d'un tel profil en long est :

- la lecture directe de la pression par différence entre la ligne d'énergie (courbe verte) et la conduite, ou le terrain naturel (courbe rouge) : cette valeur est notée « Pression » à la figure ;
- une idée de la perte de charge de l'écoulement, par différence entre l'énergie au départ de l'écoulement (ligne horizontale depuis le départ de l'écoulement) et la ligne de l'énergie (courbe rouge) : cette valeur est notée « ΔE » à la figure.

2.4.3 Quelques commentaires concernant les profils en long

Energie cinétique

L'énergie cinétique dans un écoulement s'exprime en terme de $v^2/2g$, comme on le voit dans l'équation de Bernoulli.

Les vitesses habituelles dans les réseaux d'eau potable sont, en fonctionnement normal, de l'ordre de :

- 0.5 m/s à 1.5 m/s en distribution (ou moins) ;
- 1.0 à 2.0 m/s en adduction (ou moins).

Le terme $v^2/2g$ est dès lors d'un ordre de grandeur variant pratiquement de zéro à 0.20 m. Ces valeurs sont très petites par rapport à la pression qu'on rencontre dans les réseaux, qui est en général d'un ordre de grandeur qui se compte en plusieurs dizaines de mètres.

Ainsi, en général, on peut négliger le terme d'énergie cinétique. Par exemple, pour calculer la pression quand on connaît l'énergie totale, on pourra le plus souvent simplifier l'équation et affirmer que :

© J.Plancke - 2002-2004 D:\Consult\RESODO\Ouvr\Textes\ModèlePH4.doc J.Plancke 27/06/2004

La modélisation des réseaux d'eau potable *Chapitre 8-118*

Les niveaux qu'il faut absolument connaître pour effectuer la modélisation d'un puits sont :

- le niveau dynamique de la nappe ;
- le niveau de la crépine de la pompe ;
- le niveau du terrain naturel.

(a) Schématisation (b) Modélisation

Figure 41 - Schéma et modélisation d'un puits

En effet, le comportement hydraulique d'un puits tel que celui représenté à la figure est le suivant. L'alimentation de la pompe se fait à partir de la nappe, sous une charge hydraulique égale à la différence entre le niveau d'eau en fonctionnement (donc le niveau dynamique) et le niveau de l'aspiration de la pompe, à savoir la crépine. A la figure, on estime que la crépine se trouve dans le bas de la pompe.

La Figure 41 (b) montre la modélisation du puits représenté en (a). On n'a pas modélisé le niveau statique, mais bien le niveau dynamique, qui est le niveau réel de l'eau lors du fonctionnement de la pompe.

On suppose ainsi que le débit pompé reste suffisamment constant que pour conserver un niveau dynamique constant. De même, on suppose que pendant la modélisation, le niveau de la nappe ne varie pas. Cela est en général confirmé, car les modélisations concernent en général au maximum quelques jours de calcul, alors que les variations significatives des nappes sont à des échelles temporelles plus longues.

Cependant, si le débit pompé varie significativement, et que le comportement de la nappe y est sensible, le niveau dynamique pourrait alors changer en cours de modélisation. Dans ce cas, on peut introduire une vanne de type GPV, qui permettrait de modéliser le rabattement de la nappe en fonction du débit pompé.

Données nécessaires

Au vu de ce qui a été expliqué ci-dessus, on peut lister quelles sont les données

© J.Plancke - 2002-2004 D:\Consult\RESODO\Ouvr\Textes\ModèlePH4.doc J.Plancke 27/06/2004

La formation est accompagnée par un document de 200 pages intitulé « **La modélisation des réseaux d'eau potable** » et destinée en exclusivité aux participants aux formations. Les deux pages ci-dessus sont des extraits de ce document.