

# SO Analyzer

## Analyse Modale

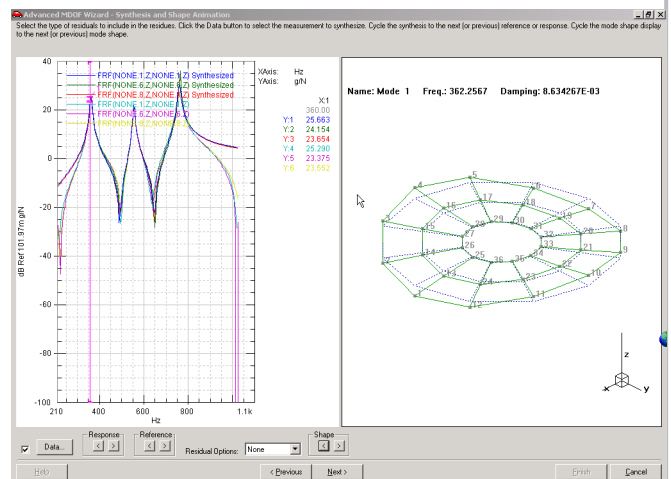
La partie Analyse Modale du SO Analyzer de m+p international comprend un ensemble d'outils pour l'observation, l'analyse et la documentation du comportement dynamique des structures. Elle contient des modules d'acquisition / génération dédiés lors d'essais par impact ou à l'aide d'un ou plusieurs excitateurs (SISO, MIMO), ainsi que des assistants pour les analyses ODS, SDOF et MDOF. Un outil de validation du modèle modal est également inclu.

Le module Analyse Modale permet de créer très facilement la géométrie de la structure à étudier et de calculer les paramètres modaux pour obtenir les déformées de chacun des modes. Les paramètres modaux (fréquence propre, amortissement, déformée) sont obtenus à partir des données expérimentales par des algorithmes utilisant des jeux de fonctions de réponse en fréquence (FRF) mesurées. Les FRF peuvent être mesurées directement ou calculées à partir d'enregistrements temporels. Les FRF et les signaux temporels peuvent également être importés de différents systèmes d'acquisition. Les modifications de structure et la corrélation avec un modèle Eléments Finis sont disponibles en option.

### Points clefs

- Logiciel très convivial permettant l'obtention rapide de résultats de grande qualité
- Acquisition, analyse et rapport dans un même logiciel
- Acquisition par Impact (marteau), MIMO (multi-excitateurs), Sinus balayé pas à pas
- Analyse de données mesurées ou importées ; de nombreux formats sont supportés \*
- Traitements : ODS (déformées opérationnelles), SDOF (simple degré de liberté), MDOF (multi degrés de libertés)
- Validation du modèle modal (graphe et tableau MAC)
- Interface avec FEMtools pour la modification de structure
- Corrélation entre les données expérimentales et théoriques (Eléments Finis) en option
- Interface utilisateur du type Microsoft Windows
- Assistants intelligents pour guider les opérateurs
- Copier/Coller dans des applications compatibles Active X comme Windows ou PowerPoint

- Utilitaire gratuit SO Viewer pour visualiser et ajuster tout graphe actif (2D, 3D, déformée) dans un autre PC équipé du pack Office MS Windows
- Génération automatisée de rapport avec le module e-Reporter \*
- Import/Export de données de/vers des applications comme Excel, Matlab
- Automatisation de tâches répétitives



### Applications

- Analyse modale expérimentale dans de nombreuses industries : Automobile, Aéronautique, Ferroviaire, Défense, ...
- Aide à l'enseignement de la dynamique des structures / vibrations dans les écoles de mécanique
- Analyse de pièces de fixation pour essais en vibration selon MILSTD 810 F
- Diagnostic en Maintenance conditionnelle
- Modification de structure
- Validation d'un modèle théorique Eléments Finis

Le module SO Analyzer Analyse Modale s'appuie sur des Assistants intelligents qui guident l'opérateur pas à pas au travers des différentes étapes allant de l'acquisition à l'analyse des données. Les graphes et les déformées peuvent être directement copiés et collés dans des applications Microsoft compatibles Active X telles que Word et PowerPoint. Une fois importés dans ces applications, les graphes et les vues des déformées peuvent être optimisés car toutes les fonctionnalités de l'utilitaire gratuit SO Viewer demeurent actives (mise à l'échelle, changement de format, animation, ...), y compris dans un PC non muni de la licence Analyse Modale. Ce qui est très utile pour des collègues ou des clients destinataires des rapports.

Une passerelle est disponible en option entre le SO Analyzer et FEMtools de DDS Coporation qui de son côté s'interface à de nombreux logiciels d'Eléments Finis. Ce logiciel comprend des outils d'analyse de pré-test, de modification de structure (SDM), de corrélation et de validation avec un logiciel d'Eléments Finis. Pour plus d'informations, vous pouvez consulter le site web [www.femtools.com](http://www.femtools.com).

## Acquisition par Impact

Le module Acquisition par Impact comprend des outils de sélection du déplacement du point de mesure ou de l'excitation, de détection de rebond et de rejet de la mesure perturbée, de paramétrage des pondérations Force/Exponentielle et des configurations d'affichage pour faciliter la mesure. La combinaison de l'incrémentation automatique des nœuds/directions, le rejet des mesures invalides, et la sauvegarde automatique des mesures sur des critères paramétrables éliminent grandement l'interaction avec le clavier du PC. Ce qui est très appréciable lors d'essais par impact sur des structures de grandes dimensions ou difficiles d'accès.

- Liste non limitée d'informations Utilisateur (metadata) pour annoter, récupérer, trier, et éditer un rapport
- Entrée aisée des paramètres pour les voies à partir de tableaux regroupant unités, sensibilité du capteur, couplage
- Nature de la voie : excitation, réponse, inactive ; couplage selon le frontal : AC/DC, ICP, Charge ; gamme pleine échelle, offset, préamplification
- Capteur : entrée des données du capteur ou import via Excel
- Déplacement du point de frappe ou du capteur de mesure
- Sélection aisée des points de mesure et des directions
- Acquisition : fréquence d'échantillonnage ou bande utile, taille du bloc, déclenchement
- Seuil de déclenchement et pré-déclenchement paramétrables
- Traitement des données et archivage : signal temporel ; spectre, auto et inter spectre (Puissance ou DSP), FRF, cohérence
- Moyennage linéaire
- Pondérations temporelles : Force, paramétrable en % de la durée du bloc ; Exponentielle paramétrable en % du niveau en fin de bloc
- Détection automatique de rebond et rejet des données perturbées
- Déroulement pas à pas avec le minimum d'interaction au clavier pendant les acquisitions aux nœuds présélectionnés avec sauvegarde des mesures
- Configuration des affichages (temps, spectre, FRF, cohérence)
- Sauvegarde et rappel des configurations de mesure et d'affichage

## Analyse Multi Entrées / Multi Sorties (MIMO)

Le module Multi Entrées / Multi Sorties (MIMO) mesure les fonctions croisées de toutes les voies de réponse vis-à-vis de toutes les voies d'excitation et vérifie la corrélation des entrées en affichant le rang des interspectres des voies d'entrées. Les résultats forment le spectre d'entrées principales qui illustre le nombre d'entrées physiques non corrélées. Acquérir des données lors d'essais avec plusieurs sources d'excitation nécessite que celles-ci soient décorréliées entre-elles.

- Liste non limitée d'informations Utilisateur (metadata) pour annoter, récupérer, trier, et éditer un rapport
- Entrée aisée des paramètres pour les voies à partir de tableaux regroupant unités, sensibilité du capteur, couplage

- Nature de la voie : excitation, réponse, inactive ; couplage selon le frontal : AC/DC, ICP, Charge
- Capteur : saisie des données du capteur ou import via Excel
- Types de générateurs : aléatoire, salve d'aléatoire, sinus, sinus incrémenté
- Paramétrage du générateur : niveau, bande passante, durée de salve en %, fréquence et phase du sinus, temps de balayage
- Acquisition : fréquence d'échantillonnage ou bande utile, taille du bloc, déclenchement
- Modes de déclenchement : libre, générateur, voie d'entrée, pente +/-, entrée/sortie de zone ; seuil, pré-déclenchement jusqu'à 100 %
- Traitement des données : spectre d'entrées principales, signal temporel, spectre, auto et inter spectre (Puissance ou DSP), FRF, cohérence, auto et inter corrélation, histogramme, distribution de probabilité, réponse impulsionnelle
- Moyennage linéaire
- Pondérations temporelles : Uniforme, Hanning, Hamming, Flattop, Force & Exponentielle paramétrables
- Gamme automatique : manuelle/automatique, pleine échelle plus élevée seulement, actualisation graphique immédiate
- Saturation : ignorer, recommencer, arrêter
- Archivage et rappel des mesures et des configurations associées
- Calibrage : calibrage des capteurs et mise à jour de la base de données

## Sinus balayé pas à pas

L'Assistant Sinus incrémenté permet la construction automatique d'une ou de plusieurs FRF point par point dans le domaine fréquentiel. Comme le signal n'est généré qu'à une seule fréquence, que son facteur de crête est faible et qu'on peut faire des essais à des niveaux différents, c'est une technique d'excitation très performante pour qualifier notamment des non linéarités dans les structures ou déceler des modes fortement couplés.

- Plage d'excitation : maximum de 20 kHz
- Choix de la fréquence de départ, d'arrivée, de l'incrément et du temps d'établissement avant lancement du moyennage
- Moyennage linéaire
- Affichage du temps requis au moment du paramétrage, avant le lancement de l'essai
- Fonctions calculées : auto et inter spectre, FRF, cohérence
- Les résultats et les graphes sont archivés dans un format reconnu par e-Reporter \*

## Création d'éléments géométriques

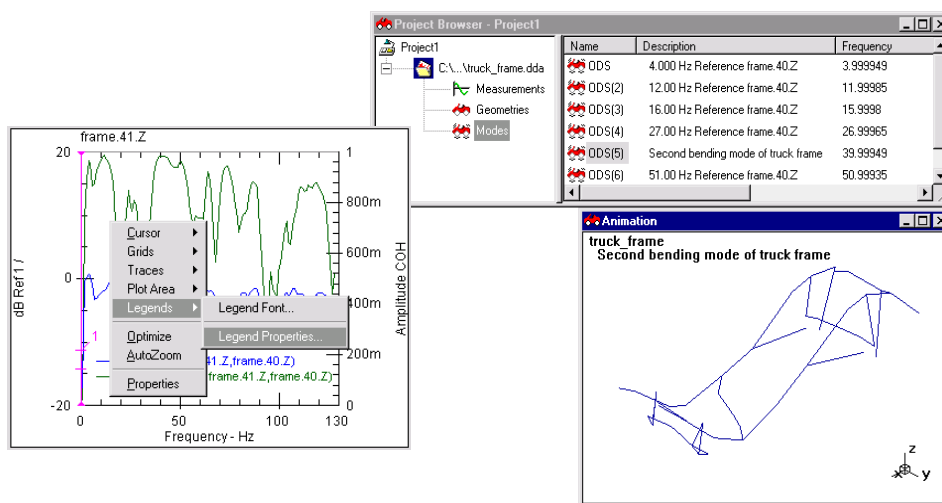
Des éléments géométriques pour l'observation des déformées (ODS & analyse modale) peuvent être créés par une démarche pas à pas très simple. Les étapes concernent la définition des composants / sous structures, des nœuds, des lignes et des surfaces. Les géométries peuvent être importées sous forme de fichiers UNV/UFF ou STL disponibles dans la plupart des logiciels CAD.

- Systèmes de coordonnées rectangulaires, cylindriques, sphériques
- Une couleur particulière peut être affectée à chacune des sous structures
- Rotation des sous structures autour des axes X, Y, Z
- Noms libres pour les nœuds
- Un nœud peut être esclave d'un ou de deux autres nœuds maîtres
- Paramétrage d'une direction d'un capteur/nœud autour des axes X, Y, Z
- Tracé des lignes et remplissage des surfaces avec la souris, ou via un tableau
- Rotation, agrandissement/diminution, translation de la géométrie pendant sa création
- Les tables géométriques peuvent être importées/exportées sous Excel pour des traitements complémentaires

## Analyse de déformées opérationnelles (ODS)

L'analyse de déformées opérationnelles (ODS) est utilisée pour visualiser le comportement vibratoire d'une structure dans ses propres conditions de fonctionnement. A l'inverse de l'analyse modale, la connaissance des forces d'excitation n'est pas nécessaire. Les données peuvent être de type Temps, Spectre (sous forme complexe), Interspectre, ou Fonction de Réponse en Fréquence. Un maillage géométrique et des mesures associées sont suffisants pour faire une analyse ODS. Chaque mesure peut être facilement référencée à un couple nœud/direction particulier par un paramétrage de l'en-tête correspondante. Une mesure et la géométrie sont alors affichées simultanément afin de voir l'animation ODS à une fréquence particulière ou via un balayage sur une plage donnée. Pendant l'animation de la structure, des outils sont accessibles pour choisir la mesure à afficher, archiver une déformée, se déplacer dans la mesure pour aller sur un pic suivant.

- ODS sur des données temporelles ou fréquentielles ou en ordres
- Vérification de données manquantes
- Animation immédiate de la structure par positionnement du curseur (temps ou fréquence ou ordre)
- Positionnement manuel ou automatique du curseur avec paramétrage de la vitesse de balayage
- Recherche automatisée des pics avec sauvegarde des déformées



## Analyse Modale

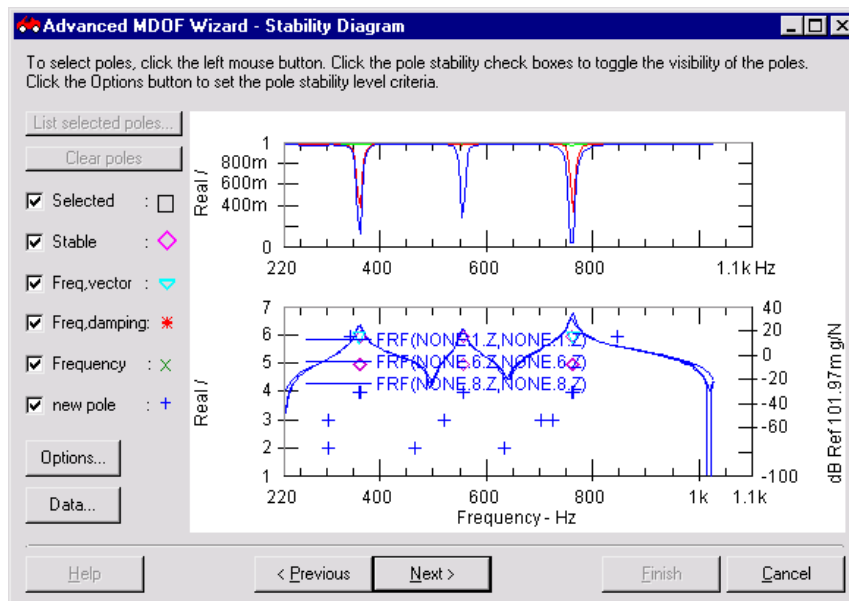
Les fonctionnalités SDOF (simple degré de liberté) et MDOF (multi degrés de liberté) s'appuient sur les FRF (fonctions de réponse en fréquence) pour calculer les paramètres modaux de la structure (fréquences propres, amortissements, déformées modales). Des Assistants dédiés guident l'opérateur pas à pas pour chacune des deux procédures.

La démarche SDOF est voisine de celle de l'ODS. Cependant l'analyse SDOF utilise des algorithmes « quadrature et différence finie » pour l'estimation des paramètres modaux.

La démarche MDOF s'appuie sur des algorithmes plus sophistiqués permettant notamment l'estimation de racines multiples et de modes peu espacés. L'Assistant MDOF facilite l'obtention de résultats fiables même pour un débutant, tout en permettant à un spécialiste l'ajustement des paramètres de calcul pour les structures les plus difficiles à traiter.

- FRF : accélération/force, vitesse/force, déplacement/force
- SDOF : algorithmes par différence finie et par quadrature
- MDOF : méthode polyréférence dans le domaine temporel pour l'extraction des pôles et des facteurs de participation ;
- méthode multi-référence par moindres carrés dans le domaine fréquentiel pour l'estimation des vecteurs modaux
- Sélection des données, des références et des directions pour l'analyse
- Vérification automatique de données manquantes

- Sélection de la plage fréquentielle, des données à afficher, et de la fonction « indicateur de mode »
- Calcul et sélection du rang du modèle modal et du facteur de surestimation
- Diagramme de stabilité avec paramétrage des critères de stabilité, et sélection des pôles
- Synthèse, animation des déformées ; archivage des résultats
- Des Assistants SDOF et MDOF guident l'opérateur pas à pas dans toutes les étapes de l'analyse pour une obtention rapide et fiable des paramètres modaux
- Validation des résultats (matrice MAC, participation modale, normalisation)



## Visualisation / Traitement en Temps différé

### Affichage 2D \*

#### Animation

- Nombre quelconque de fenêtres d'affichage, jusqu'à 4 vues par fenêtre (X, Y, Z, XYZ)
- Rotation, agrandissement/rétrécissement (zoom), translation
- Structure filaire ou surfacique
- Visualisation de la structure animée ou non déformée
- Paramétrage de l'animation : vitesse, amplitude
- Visualisation des nœuds et des directions de mesure
- Paramétrage de la couleur des sous structures

#### Post Traitement

- Import de données \*
- Tous les traitements peuvent s'appliquer à des données temporelles importées
- Nombre quelconque d'espaces de travail
- Commandes « Copier/Coller/Glisser/Déposer » pour toutes les données figurant dans les espaces de travail ouverts
- Calculateur pour calculs complémentaires spécifiques
- Export de données \*

### Système d'exploitation

- Windows XP, 2000, NT

### Références des modules du logiciel Modules SO e-Reporter

- SO-2001 SO e-Reporter Standard
- SO-2002 SO e-Reporter Pro (Standard + Calculateur / Programmation Utilisateur / Assistant Rapport / Import & Export de données)

### Extensions Traitement en Temps Différé de SO e-Reporter

- SO-1352 Analyse FFT de données temporelles Throughput
- SO-1451 Géométrie et ODS
- SO-1452 Analyse modale (SDOF, MDOF)
- SO-1552 Machines tournantes (calcul du profil de régime, 3D-rpm, Ordres)
- SO-1652 Analyse 1/N octave (filtrage numérique)

### Module SO Acquisition et Analyse

- SO-2010 SO Acquisition et Analyse Standard
- SO-2011 SO Acquisition et Analyse Pro ; Package d'acquisition, d'enregistrement, d'analyse et d'édition de rapport comprenant les modules suivants :  
Acquisition et Analyse FFT en Temps Réel, génération de rapport (e-Reporter), Import/Export de données, Enregistrement des signaux temporels (Throughput), Calculateur, Programmation Utilisateur

### Extensions SO Acquisition et Analyse

- SO-2110 Analyse 1/N octave (filtrage numérique)
- SO-2111 Extension du nombre de voies

### Extensions SO Analyse de structure

- SO-2201 Acquisition et FRF par Impact, ODS
- SO-2202 Acquisition et FRF par Impact, ODS, Analyse modale (SDOF, MDOF)
- SO-2203 Analyse MIMO avec sources multiples (complément à SO-2202)

### Extensions SO Machines tournantes

- SO-2301 Machines tournantes (3D-rpm, Ordres)
- SO-2302 Analyse d'orbites

### Autres applications

- SO-2401 FRF par balayage Sinus pas à pas (Sinus incrémenté)
- SO-2402 Réduction de données d'essais en vibration Sinus
- SO-2403 Spectre de Réponse au Choc (Temps Réel et Temps Différé)
- SO-2404 Intensité acoustique
- SO-2405 Throughput sur disque VXi SCSI embarqué
- SO-2406 Acquisition sur machines à choc
- SO-2407 Bruit de passage de véhicule

\* voir la fiche technique

SO Analyzer e-Reporter pour plus de détails.

SO Analyzer est un produit m+p international.

Les spécifications peuvent évoluer sans avis préalable.

Toutes les marques déposées sont la propriété de leurs détenteurs.

[www.mpihome.com](http://www.mpihome.com)

CERTIFIÉE  
ISO 9001

**m+p**  
INTERNATIONAL  
à l'écoute des clients ...

70956/11-07

**France** : m+p international Sarl · Tél. : (+ 33) (0)130 157874 · Fax : (+ 33) (0)130 157801 · [sales.fr@mpihome.com](mailto:sales.fr@mpihome.com)

**Allemagne** : m+p international Mess- und Rechnertechnik GmbH · Tél. : (+ 49) (0)511 856030 · Fax : (+ 49) (0)511 8560310 · [sales.de@mpihome.com](mailto:sales.de@mpihome.com)

**Etats-Unis** : m+p international inc. · Tél. (+1) 973 239 3005 · Fax : (+1) 973 239 2858 · [sales.na@mpihome.com](mailto:sales.na@mpihome.com)

**Royaume Uni** : m+p international Ltd · Tél. (+ 44) (0)1252 718 822 · Fax : (+ 44) (0)1252 718 833 · [sales.uk@mpihome.com](mailto:sales.uk@mpihome.com)

**Singapour** : m+p international Representative Office · Tél. : (+ 65) 9010 6478 · Fax : (+ 65) 6456 6609 · [sales.sg@mpihome.com](mailto:sales.sg@mpihome.com)

**Chine** : m+p international Bei Jing Representative Office · Tél. : (+ 86) 10 8283 8698 · Fax : (+ 86) 10 8283 8998 · [sales.cn@mpihome.com](mailto:sales.cn@mpihome.com)