

RPA

Plug-in

Logiciel d'Analyse des Bâtiments en Béton Armé selon la règlementation Algérienne

(BAEL91 m99, RPAv2003 & RPAv2024)

- **Nom du Logiciel** : RPA Plug-in
- **Version** : 2.0.0 (Beta)
- **Startup**: CSEN (Company of Structural Engineering & Numerical)
- **System d'exploitation** ≥ Windows10
- **Compatible avec** ≥ CSI-ETABS v2016

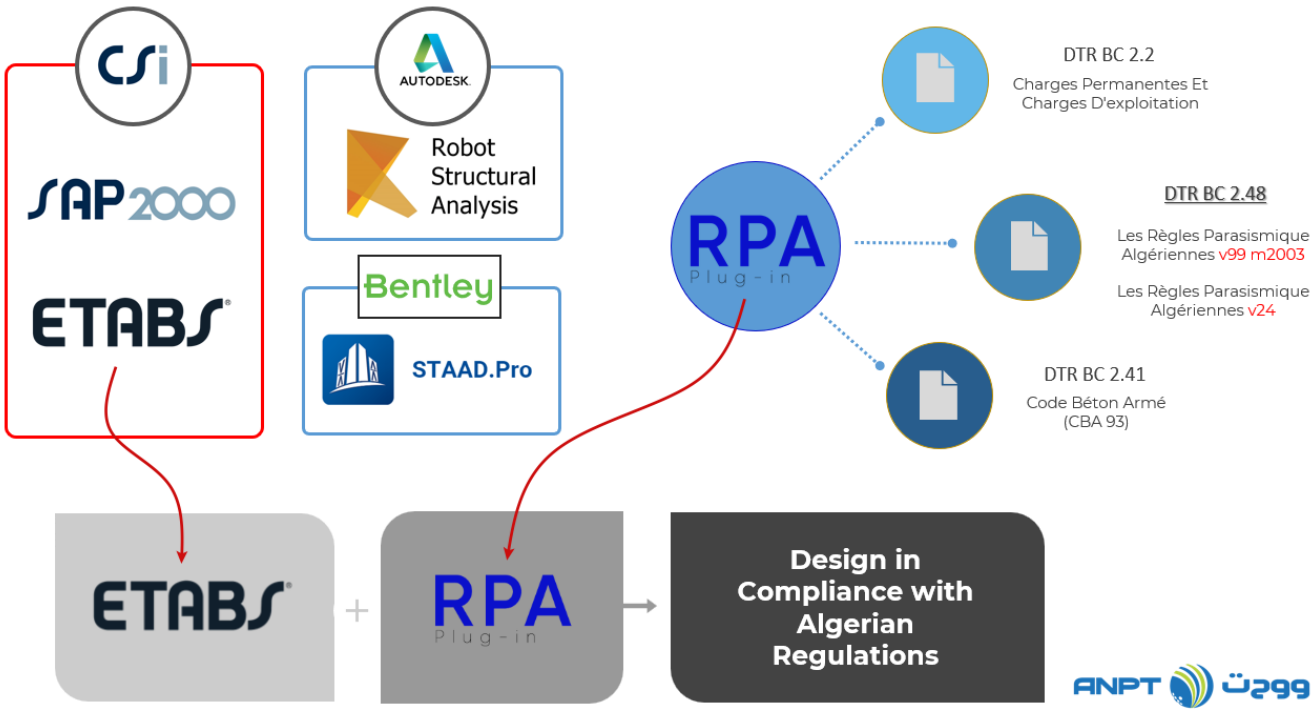
❖ Introduction

Notre startup est fière de présenter une solution innovante dans le domaine de l'analyse parasismique des constructions en Béton Armé, cette solution est conçue spécifiquement pour répondre aux exigences rigoureuses de la règlementation parasismique en Algérie. Notre solution est unique sur le marché algérien et offre une approche innovante pour évaluer et gérer les risques sismiques dans le domaine du bâtiment.

Dans chaque spécialité le rythme d'évolution durant les dernières décennies voire siècles ne fait qu'accélérer, le calcul devient encore plus complexe et très volumineux. Plusieurs logiciels d'analyse ont été développés dans ce sens par exemple Sap2000, ETABS de la boite CSI, Robot Analysis d'Autodesk et d'autres. On trouve plusieurs codes pour l'analyse des structures dans ces logiciels par exemple le code américain ACI, EuroCode, IBC, le code Japonais... malheureusement le règlement parasismique Algérien n'est pas inclus dans ces logiciels donc parmi les l'objectif principaux de ce projet c'est d'intégrer la règlementation locale dans un logiciel d'analyse.

Parmi ces logiciels d'analyse nous avons choisi ETABS. Nous avons intégré la règlementation locale dans le logiciel d'analyse ETABS sous forme d'un plug-in afin qu'on puisse faire les différents types de vérification les différentes étapes de calcules en résumer c'est de faire une étude conforme à la règlementation Algérienne.

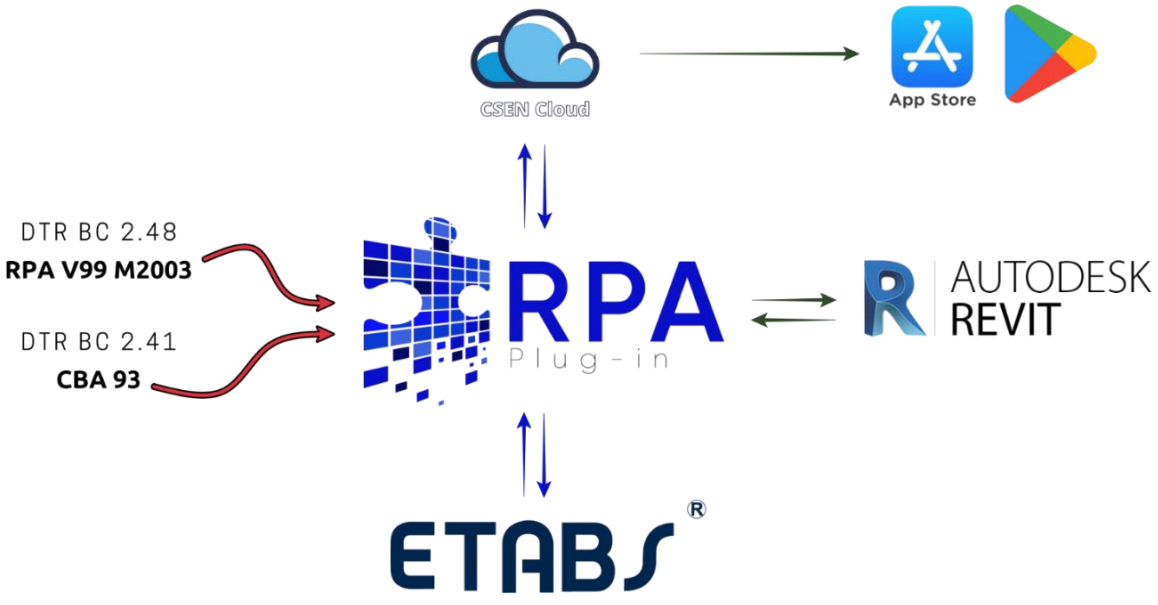
Avec notre solution qui est basée sur la numérisation des DTR et l'automatisation du calcul nous pouvons à la fois augmenter la croissance de la productive ainsi qu'arrivé à une étude parasismique qui est conforme à la règlementation locale d'une manière précise, rapide et fiable tout en choisissant la meilleure proposition économique.



❖ *Les Caractéristiques Clés de RPA Plug-in*

- **Conforme à la Règlementation Algérienne** : Notre outil a été développé en étroite collaboration avec des experts dans la conception parasismique des bâtiments et est totalement conforme aux normes et aux règles parasismiques en vigueur en Algérie la version99 modifiée en 2003 ainsi que la version 2024 des RPA.
- **Analyse Précise** : L'automatisation intégrée garantit des calculs complexes et volumineux réalisés avec rapidité et précision, facilitant ainsi le processus pour le CTC ainsi que les bureaux d'étude afin de prendre des décisions informées pour la conception des bâtiments résistants aux séismes.
- **Calcul innovant pour les poteaux et voiles** : Nous avons développé un calcul innovant aux éléments soumis à la flexion composée (Poteaux/Voiles), une caractéristique unique dans notre solution.
- **Interface Conviviale** : L'interface intuitive de notre outil rend son utilisation facile et accessible, même pour ceux qui n'ont pas d'expertise approfondie en programmation.
- **Génération de Note de Calcul Conforme à la Réglementation** : Notre solution peut également générer une note de calcul détaillée conforme à la réglementation Algérienne, assurant ainsi la conformité et la précision des résultats pour nos utilisateurs.
- **Versions de RPA Plug-in :** On propose une gamme variée de versions, incluant la version Premium, la version Cloud, ainsi que la version Gratuite, offrant ainsi aux utilisateurs une flexibilité de choix en fonction de leurs besoins et de leur budget.
- **Accompagnement personnalisé lors du premier achat** : Nous offrons ce service lors du premier achat pour garantir que nos utilisateurs tirent le meilleur parti de notre solution, assurant ainsi une productivité optimale et une satisfaction utilisateur élevée.
- **Mode d'emplois** : Nous fournissons un mode d'emplois pour permettre à nos utilisateurs de comprendre la structure du logiciel ainsi que les paramètres et comment les utiliser.
- **Tutoriels Vidéo** : Nous fournissons également des vidéos tutoriels détaillés pour aider nos utilisateurs à maîtriser efficacement l'utilisation de l'outil. Cela garantit une intégration rapide et une utilisation optimale de notre solution.
- **Période d'essai** : Pour permettre à nos utilisateurs de découvrir nos capacités, nous offrons une période d'essai de *30 jours pour la version Premium de RPA Plug-in*.
- **Support technique pendant l'abonnement** : Notre équipe fournit un support technique complet pendant toute la durée de l'abonnement, garantissant ainsi que nos utilisateurs bénéficient d'une assistance continue pour résoudre tout problème ou répondre à toute question rencontrée lors de l'utilisation de notre solution.

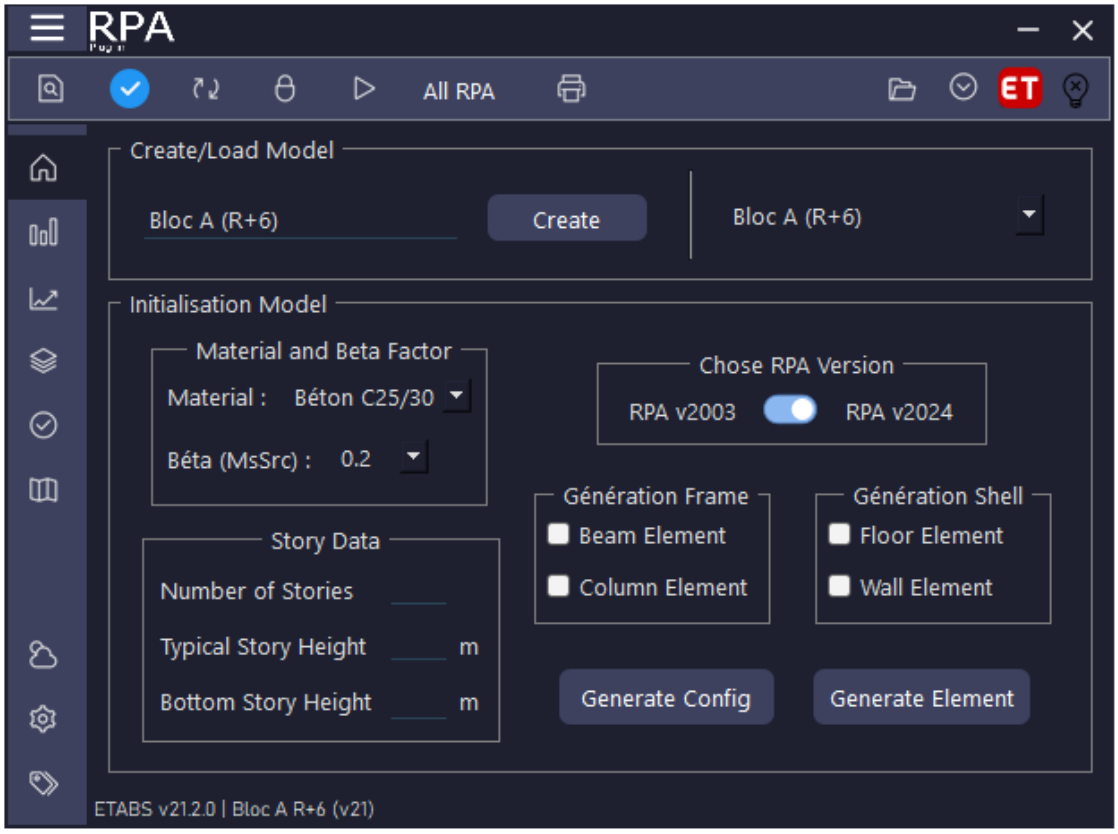
❖ *L'interaction des logiciels avec RPA Plug-in*



❖ *Parmi les fonctionnalités de RPA Plug-in*

➢ Initialisation d'un model numérique sur ETABS.

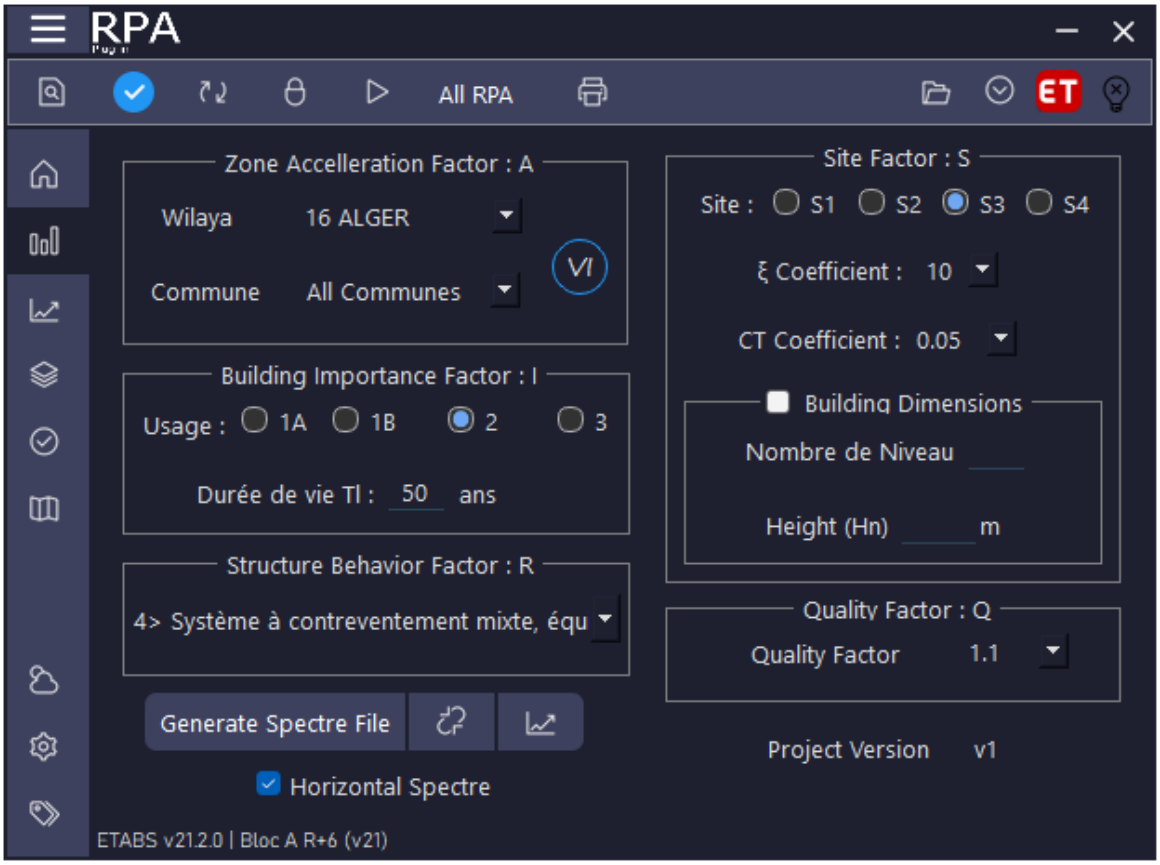
- **La section "La Création ou le Chargement d'un Modèle"** : Au sein du Plug-in RPA, vous aurez généralement l'option de créer un nouveau modèle ou de charger un modèle existant. Choisissez l'option appropriée en fonction des besoins de votre projet.
- **La section "Initialisation du Modèle"** : Une fois que le modèle vierge est créé, vous pouvez définir les propriétés des matériaux en béton armé dans le modèle numérique, ce qui sélectionne automatiquement la classe de contrainte correspondante. De plus, vous pouvez définir le coefficient Beta pour la section MsSrc, établir les lignes de grille d'élévation selon votre sélection, définir les éléments structuraux tels que les poteaux et les poutres, spécifier les éléments plaques pour les planchers, y compris divers types de dalles et voiles. De plus, vous devriez définir les cas de charge ainsi que les combinaisons de charges comme indiqué dans les règles RPA.
- **Choix de la Version des Règles Parasismiques Algériennes :** Lors de l'initialisation du modèle, vous pouvez choisir entre la version 99 modifiée en 2003 et la nouvelle version 2024 des RPA. La version 2024 est actuellement en mode Beta et sera pleinement exploitée dans la version 2.0.0 de notre logiciel RPA Plug-in. *L'objectif est de permettre à nos utilisateurs de se familiariser avec cette mise à jour majeure, qui est complètement différente de la version 99 modifiée en 2003.*



Veuillez-vous référer au manuel d'utilisation ou à la documentation du logiciel pour des instructions spécifiques sur la réalisation de différentes tâches, car les étapes peuvent varier en fonction des onglets et des fonctionnalités du logiciel.

➢ Générer le Spectre de Réponse Selon les RPA (v2003 ou v2024) Automatiquement

- **Générer le Spectre de Réponse :** Utilisez le logiciel pour générer le spectre de réponse 'Sa/g' en fonction de la période spécifiée 'T', conformément aux RPA v2003 ou la v2024 selon votre choix. Le logiciel vous permettra de sauvegarder les données dans un fichier (.txt) et d'afficher le diagramme.
- **Sauvegarde de la Configuration :** Une fois que le spectre de réponse est généré, la configuration choisie sera automatiquement sauvegardée dans le modèle du Plug-in RPA. Cela garantira que les données spectrales sont disponibles à des fins d'analyse et de conception dans le logiciel.
- **Afficher le Diagramme du Spectre de Réponse** : Le logiciel permet l'affichage de la courbe spectrale selon les deux directions orthogonales. Il offre la possibilité de comparer la configuration spectrale mentionnée dans le RPA Plug-in avec la fonction spectrale mentionnée dans les cas de charge sismique d'ETABS.
- **Comparaison du Spectre** : Le logiciel permet de comparer le spectre généré dans le RPA Plug-in avec le spectre assigné dans le modèle numérique ETABS. Cela aide à vérifier la conformité et la précision des analyses.
- **Importation et Validation du Spectre** : Il est possible d'importer un fichier texte contenant un spectre de réponse pour le comparer à la configuration mentionnée dans le RPA Plug-in. Le logiciel indiquera si le spectre importé est adéquat ou non par rapport à la configuration définie.
- **Comparaison Visuelle des Courbes Spectrales** : Le logiciel permet d'importer un fichier texte contenant un spectre de réponse et de tracer les deux courbes côte à côte. Cela permet de faire une comparaison visuelle pour évaluer les différences entre les spectres.



➢ Vérification de la Conformité aux Règles Parasismiques Algériennes (en un seul clic)

Notre logiciel facilite un processus volumineux pour vérifier la conformité aux règles parasismiques algériennes, le rendant aussi simple qu'un seul clic. Cela comprend :

- **La justification du system de contreventement** (coefficient de ductilité R) §3.5 (P59)

- **Les critères imposés avant le ferraillage des éléments résistant**
  a. Le nombre de mode à considérer §4.3.4 (P42) / §4.3.3 (P80)
  b. L'effort tranchant a la base §4.3.6 (P43) / §4.3.5 (P81)
  c. L'effort normal réduit pour les Poteaux §7.4.3.1 (P57) / §7.1.3 (P104)
  d. Les déplacements latéraux entre niveaux §4.4.3 (P44) / §4.5.2 (P82)
  e. L'effet du second d'ordre (P-Delta) §5.9 (P47) / §5.9 (P89)

- **Les critères imposés après le ferraillage des éléments résistant**
  a. Vérification des nœuds (Poteau fort/Poutre faible) §7.6.2 (P62) / §7.6.2 (P114)
  b. Courbe capacitaire des Poteaux (Diagramme d'interaction PMM)

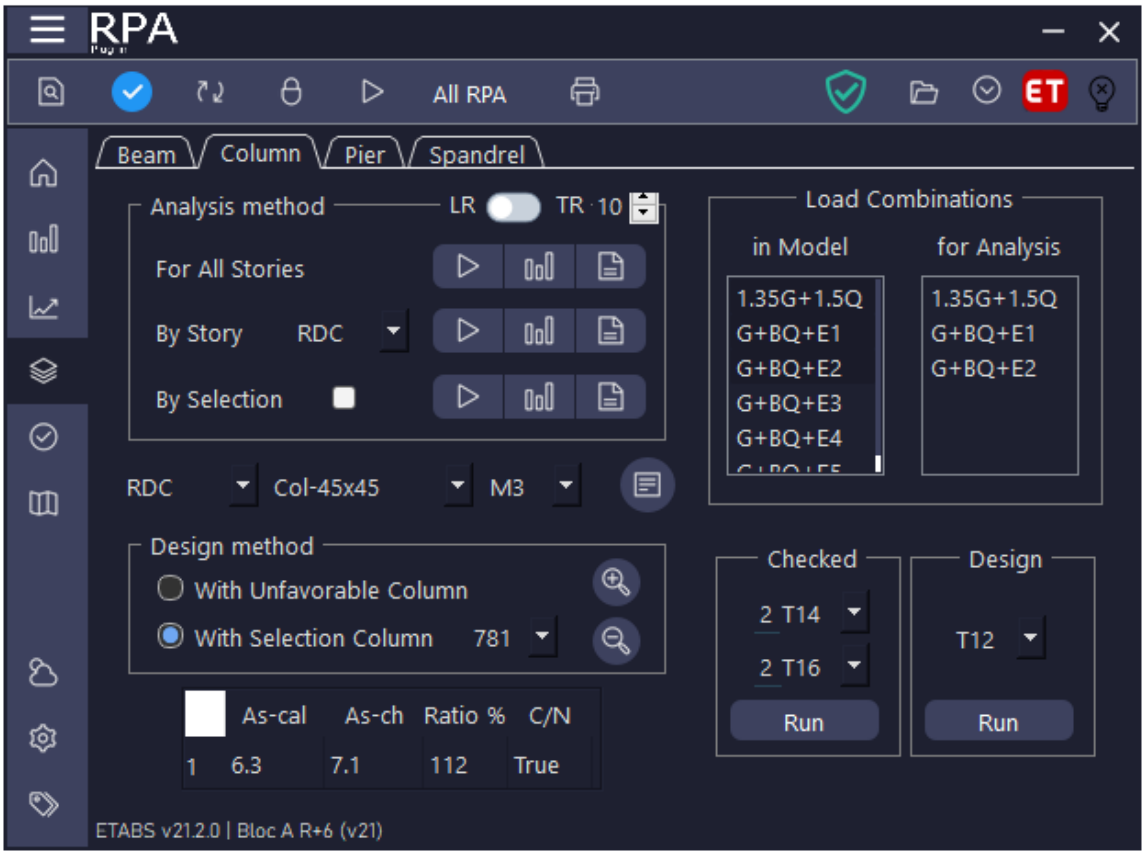


- **Le ferraillage des éléments structuraux (Poteaux, Poutres, Trumeaux, Linteaux) dans les cas de charge Statique et Dynamique selon les DTR Algérien.**

Notre logiciel propose une approche novatrice pour le dimensionnement des éléments structurels, y compris les Poteaux, les Poutres, les Trumeaux et les linteaux selon les cas de charge dynamiques et statiques conformément aux réglementations « RPA99 m2003, RPAv2024 & le CBA93 'BAEL91 m99' »

Parmi les caractéristiques notables, on trouve :

- **Ferraillage longitudinale et transversale aux éléments bar (Poteaux/Poutres)** : Le logiciel offre une conception complète du ferraillage longitudinal et transversal pour les éléments bar tels que les poteaux et les poutres, garantissant la sécurité face aux différents efforts internes tels que l'effort normal, la flexion et le cisaillement.
- **Calcul innovant pour les éléments soumis à la Flexion Composée (Poteaux/Voiles)** : Notre logiciel offre des calculs avancés pour les éléments soumis à une flexion composée, améliorant la résistance et l'intégrité de ces composants structurels.
- **Prise en compte l'effet du second ordre (Flambement)** : Nous tenons compte des effets du second ordre, notamment le flambement, dans la conception et le dimensionnement des armatures pour les sections rectangulaires. Cela garantit la stabilité et la sécurité structurelle de ces éléments.
- **Section optimale pour le dimensionnement des poteaux en utilisant le diagramme d'interaction :** Le logiciel vous permet d'optimiser la conception des poteaux en sélectionnant la section de renforcement la plus adaptée en fonction des diagrammes d'interaction. Cette fonctionnalité aide à obtenir des conceptions de poteaux efficaces et sûres conformes aux exigences réglementaires.
- **Ferraillage des trumeaux selon l'Art 7.7.4 (P64) RPA :** Le logiciel effectue aussi le calcul pour les trumeaux selon l'Art 7.7.4 du RPA (Règlement Parasismique Algérien), générant les armatures longitudinales et transversales, en prenant en compte l'effort normal, la flexion et le cisaillement.
- **Ferraillage des linteaux selon l'Art 7.7.3 (P64) RPA** : Le logiciel effectue le calcul pour tous les cas de figures cités dans l'Art 7.7.3 du RPA (Règlement Parasismique Algérien), générant les armatures diagonales, longitudinales, transversales et les armatures de peaux nécessaires pour assurer la conformité aux normes et garantir le bon dimensionnement des linteaux.



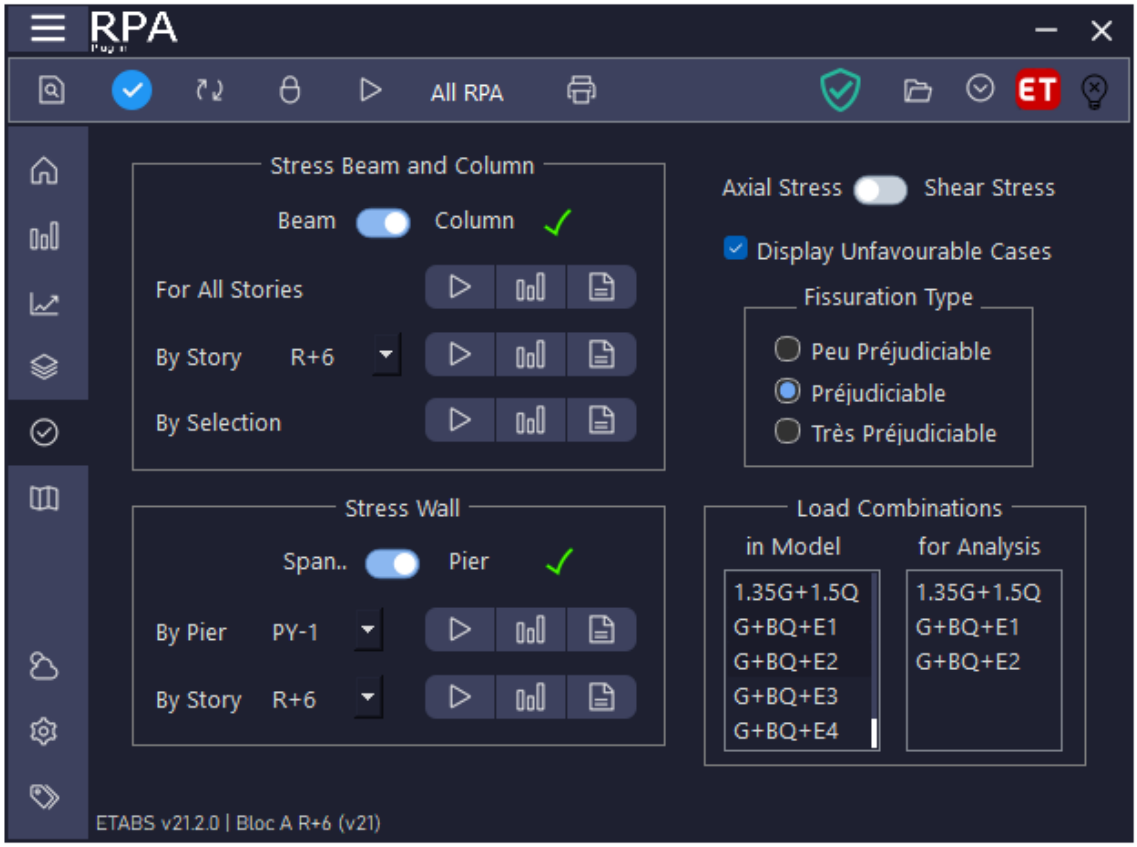
➢ **Vérification des contraintes (Acier/Béton) dans les Poteaux, Poutres et Voiles conformément aux « CBA93 'BAEL91 m99' & RPAv99 m2003 »**

- **Vérification des Contraintes pour les Poteaux/Poutres selon le « CBA93 'BAEL91 m99' »**

Notre logiciel d'analyse RPA Plug-in offre une fonctionnalité avancée pour évaluer les contraintes normales Acier/Béton des Poteaux et Poutres, conformément aux normes « CBA93 'BAEL91 m99' ». En sélectionnant le type de fissuration approprié, le logiciel effectue une évaluation précise des contraintes, prenant en compte les charges appliquées. En outre, il évalue également les contraintes tangentielles du Béton en fonction des combinaisons de charge choisies dans le logiciel. Pour faciliter la compréhension des résultats, notre logiciel génère des graphes illustrant le taux de travail des contraintes, offrant ainsi une visualisation claire et concise des données. Les analyses effectuées et les diagrammes résultants de ces vérifications sont intégrés dans la note de calcul générée à la fin de l'étude, fournissant ainsi une documentation complète et détaillée du processus d'analyse.

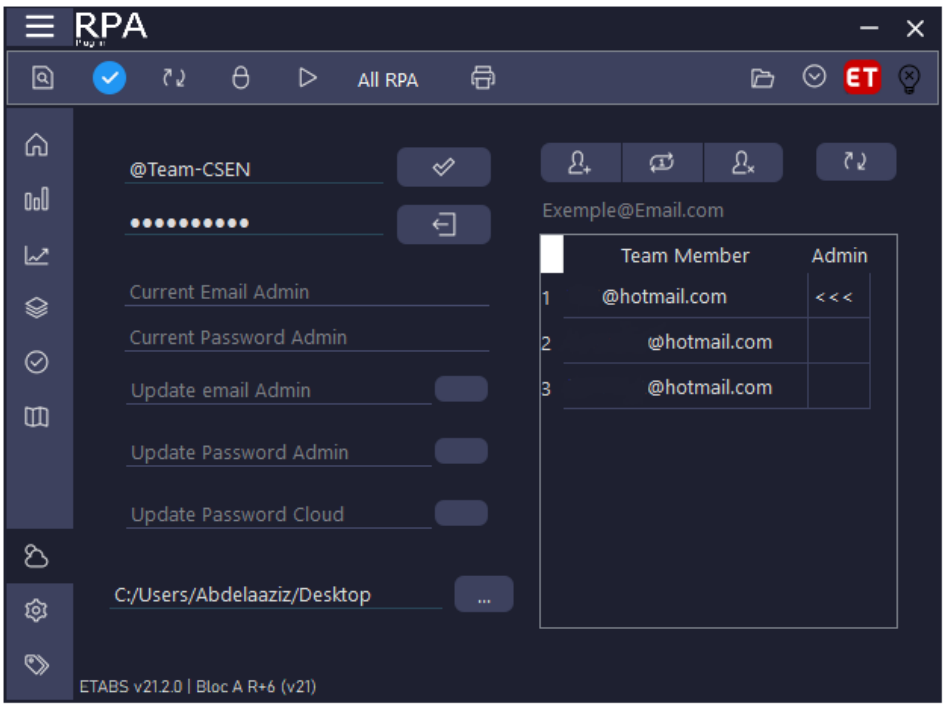
- **Vérification des Contraintes pour les voiles selon les « RPAv99 m2003 et DTR BC 2.42»**

Notre logiciel d'analyse RPA Plug-in offre également une fonctionnalité spécialisée pour évaluer les contraintes normales du Béton des Voiles, conformément aux normes « RPAv99 m2003 et DTR BC 2.42 ». En analysant les combinaisons de charge sélectionnées dans le logiciel, celui-ci effectue une évaluation précise des contraintes normales et tangentielles du Béton, assurant ainsi une vérification exhaustive de la structure des trumeaux. De plus, des graphes sont générés pour illustrer clairement le taux de travail des contraintes, facilitant ainsi l'interprétation des résultats. Toutes les analyses effectuées et les diagrammes résultants sont inclus dans la note de calcul générée à la fin de l'étude, fournissant ainsi une documentation complète et détaillée du processus d'analyse des voiles.

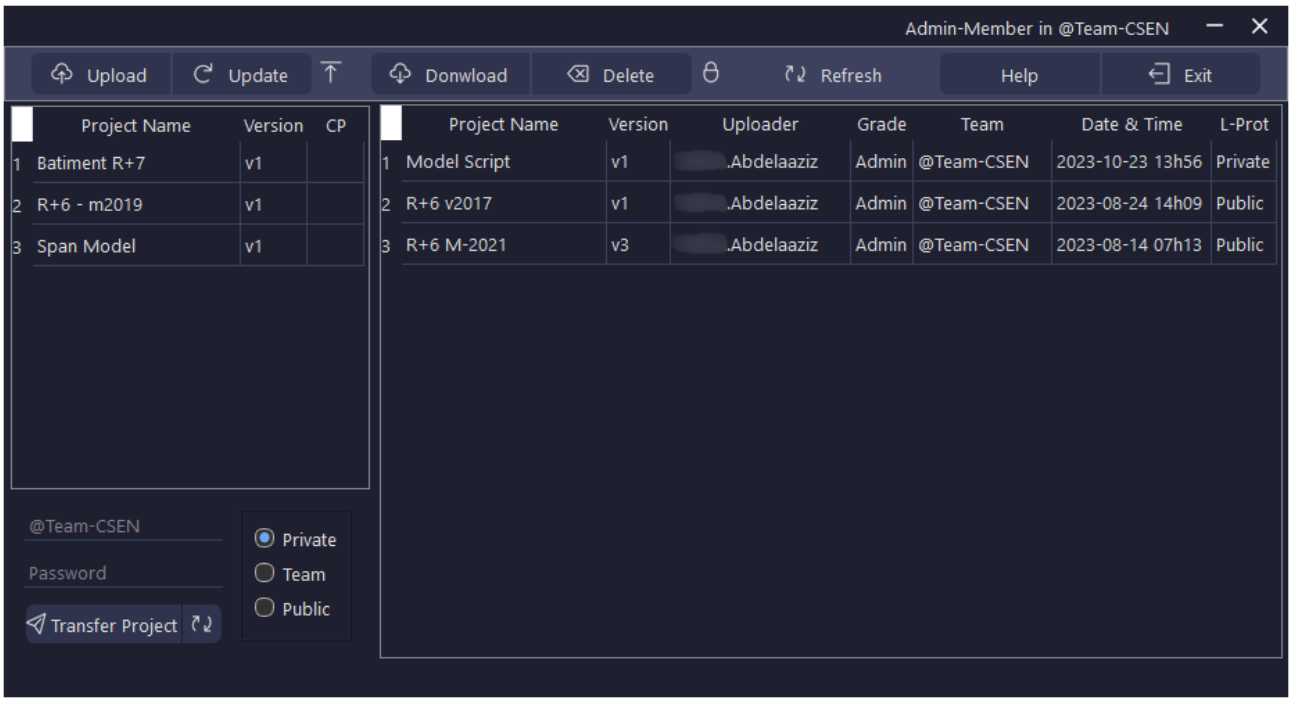


➢ La Fenêtre Cloud

La version Cloud offre une expérience collaborative avancée en combinant une structure organisationnelle élaborée avec trois catégories d'utilisateurs - l'administrateur, les membres du cloud ainsi que les invités, avec des fonctionnalités de sécurité et de gestion des projets.

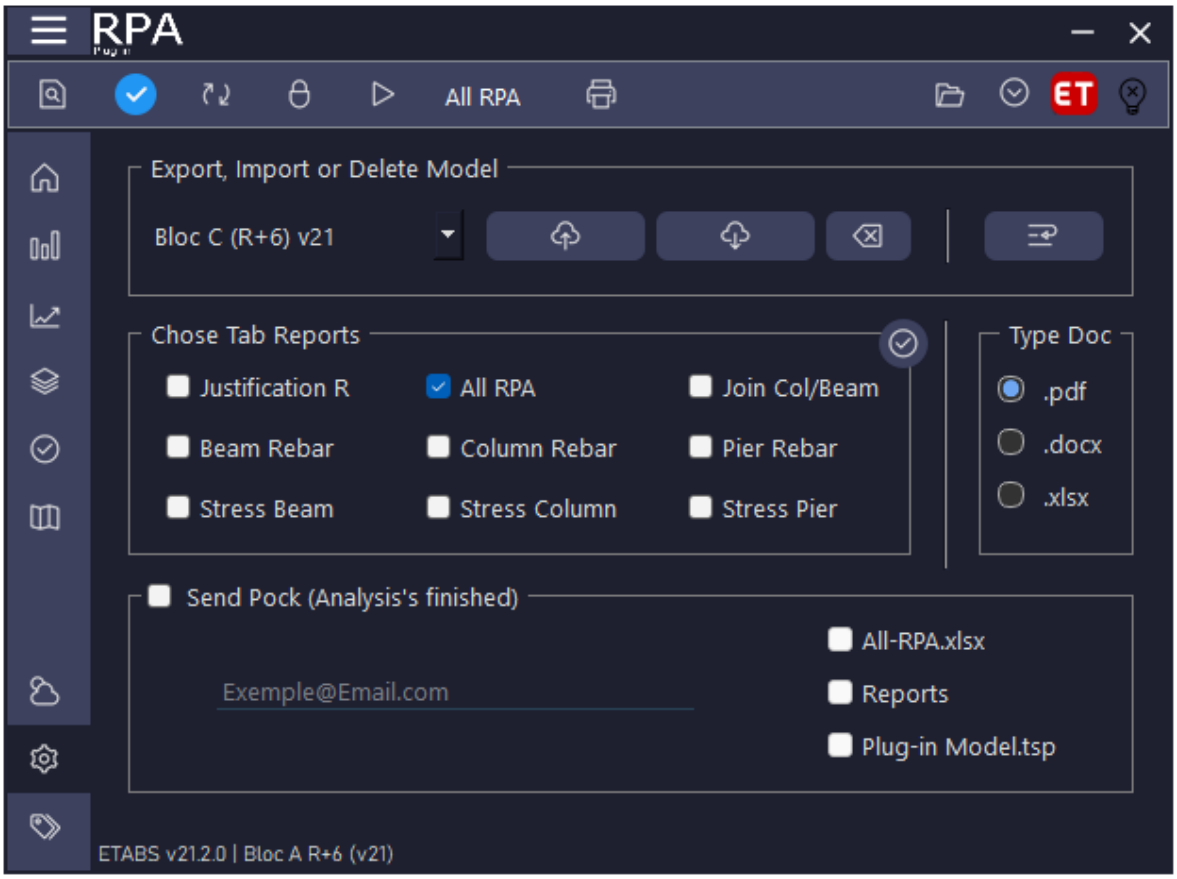


L'accès à un cloud requiert des identifiants spécifiques associés à un mot de passe, renforçant ainsi la sécurité, l'administrateur et les membres du cloud ont la possibilité d'uploader des projets, classifiés en trois modes distincts : Privé, Team ou Public. Les invités, cependant, n'ont pas les droits d'upload en mode Privé, préservant ainsi la confidentialité des projets. Les utilisateurs autorisés peuvent télécharger les projets existants du Cloud vers leur machine locale, favorisant la collaboration et le partage d'informations. De plus, un contrôle accru est intégré, permettant à l'utilisateur d'effectuer une mise à jour d'un projet uniquement s'il est l'auteur initial de l'upload dans le cloud. Cette approche assure la traçabilité des modifications et garantit l'intégrité des données. En parallèle, la flexibilité est préservée avec la possibilité de transférer des projets entre différents Clouds, facilitant une collaboration transparente et efficace entre les utilisateurs et d'un Cloud a un autre. Cette combinaison offre une gestion fluide, sécurisée et flexible des projets au sein de l'environnement Cloud.



➢ **Options Supplémentaires**

- **Exportation/Importation de Modèles à partir du Plug-in** : Vous pouvez facilement exporter et importer des modèles au sein du Plug-in, facilitant la collaboration et le partage de données.
- **Conversion des Fichiers '.e2k' exporter par ETABS** : Vous avez également la possibilité de convertir les fichiers sous l'extension '.e2k' exportés depuis ETABS, vous permettant d'adapter le modèle numérique à la version d'ETABS que vous utilisez garantissant la compatibilité et la flexibilité lors de la manipulation de vos modèles structurels dans différentes versions d'ETABS
- **Génération de Rapports de Calcul** : Générez une note de calcul selon les préférences de l'utilisateur, vous permettant de choisir entre les formats PDF, Word ou Excel pour vos rapports.
- **Exportation des Résultats vers Excel** : Exportez les résultats obtenus via **RPA Plug-in** vers des tableaux Excel, facilitant une analyse ultérieure ou la documentation.
- **Notifications Automatiques par e-mail** : Le logiciel peut envoyer automatiquement des notifications par e-mail contenant les résultats sous forme de fichiers '.xlsx' ou '.pdf', simplifiant la communication et le partage d'informations cruciales sur le projet.



❖ ***Avantages***

- **Minimisation des Risques** : L'utilisation de notre outil d'analyse parasismique permet l'application stricte de la règlementation aux agences de Contrôle Technique de Construction et aux bureaux d'ingénierie afin de réduire significativement les risques liés aux tremblements de terre en sélectionnant la conception appropriée pour la sécurité des structures construites.
- **Atteinte d'un ratio optimal Résistance/Economie** : Notre solution offre une analyse parasismique de haute qualité associée à des propositions optimales et rentables, trouvant l'équilibre parfait entre la résistance structurelle et les coûts du projet.

- **Économie de temps** : Notre solution permet une analyse rapide et précise, accélérant le processus de conception et de construction, et permettant ainsi d'économiser un temps précieux.
- **Connaissance approfondie** : Avec le manuel d'utilisateur inclus, les tutoriels vidéo ainsi que le support technique personnel nos utilisateurs peuvent rapidement acquérir une connaissance approfondie de l'outil et de ses fonctionnalités, les habilitant à tirer le meilleur parti des capacités du logiciel.

❖ *Les versions de RPA Plug-in*

- **La version Gratuite** : La version gratuite contient quelques fonctionnalités de la version Premium, offrant une introduction aux capacités du Plug-in RPA. Bien que limitée par rapport à la version Premium, elle permet aux utilisateurs de bénéficier de quelques fonctionnalités pour une analyse parasismique de base.
- **La version Premium** : Notre produit phare offre une analyse parasismique avancée pour les structures en béton armé, en mettant particulièrement l'accent sur le bon équilibre entre la robustesse structurelle et la rentabilité. Nous insistons particulièrement sur l'application stricte des critères imposés par le code, la convergence vers un dimensionnement optimal, la fourniture de ratios de vérification ainsi que des suggestions. Tout cela est réalisé avec des méthodes innovantes tout en gardant l'esprit de l'actualité, assurant ainsi une approche complète et à la pointe de la technologie pour une conception parasismique meilleur.
- **La version Cloud** : Ce produit comprend principalement la version Premium du Plug-in RPA, complétée par des fonctionnalités cloud, offrant une expérience professionnelle complète. Il facilite la gestion de projet sans faille, la sauvegarde sécurisée des données, une organisation efficace, et le transfert aisé de projets entre les membres du Cloud et d'un Cloud a un autre.

Les nouveautés de la version 2.0.0 du RPA Plug-in :

La version 2.0.0 de RPA Plug-in apporte une série de mises à jour majeur des améliorations significatives qui visent à améliorer l'efficacité, la précision et l'expérience utilisateur. Voici un résumé des principales nouveautés :

- **Intégration de la Nouvelle Version du DTR BC 2.48 Règles Parasismiques Algériennes v2024** : Cette version intègre la nouvelle version des RPA v2024, permettant aux utilisateurs de se familiariser avec cette mise à jour majeure, complètement différente de la version 99 modifiée en 2003, avant le lancement officiel du DTR BC 2.48.
- **Calcul des Armatures Horizontales dans les Voiles** : Le logiciel permet désormais de calculer les armatures horizontales dans les voiles, renforçant ainsi la conception et la sécurité des structures.
- **Espacement entre les Barres Longitudinales pour les Poteaux** : La version 2.0.0 inclut la vérification de l'espacement entre les barres longitudinales pour les poteaux, afin d'assurer une validation conforme à la conception de ferraillage selon les RPA.
- **Inclusion des Poteaux Circulaires dans le Dimensionnement des Nœuds** : Cette version étend la fonctionnalité du logiciel en incluant les poteaux circulaires dans le processus de dimensionnement des nœuds, offrant ainsi une plus grande flexibilité dans la conception des structures.
- **Prise en Compte du "Local Axe" des Poteaux** : Le logiciel prend désormais en considération l'axe local des poteaux lors du dimensionnement des nœuds, ce qui permet une analyse plus précise et une meilleure adaptation aux spécifications de conception.
- **Vérification des Contraintes Transversales des Poteaux et Poutres** : Cette version offre la capacité de vérifier les contraintes transversales des poteaux et poutres, garantissant ainsi une conception conforme aux normes de sécurité et de performance.

- **Vérification des Contraintes Normales et de Cisaillement du Béton pour les Voiles** : Une nouvelle fonctionnalité permet la vérification des contraintes normales et de cisaillement du béton pour les voiles, offrant ainsi une analyse complète de la structure.
- **Amélioration des Diagrammes des Résultats** : Les diagrammes des résultats ont été considérablement améliorés pour offrir une visualisation plus claire et informative des données d'analyse.
- **Amélioration de la Note de Calcul** : la version 2.0.0 présente une amélioration significative de la note de calcul, offrant une documentation détaillée de l'ensemble du processus de dimensionnement et de vérification effectué avec RPA Plug-in. Cette fonctionnalité permet aux ingénieurs d'accéder à une documentation exhaustive et précise, facilitant ainsi la communication et la traçabilité des analyses réalisées.
- **Sélectionner/Désélectionner l'Élément le Plus Défavorable dans l'Interface ETABS depuis RPA Plug-in** : Cette version offre la capacité de sélectionner ou désélectionner l'élément le plus défavorable (Poteau ou Poutre) directement depuis l'interface de RPA Plug-in dans ETABS. Cette fonctionnalité simplifie le processus de conception en permettant aux utilisateurs de gérer efficacement les éléments critiques de la structure, améliorant ainsi la flexibilité et la précision de l'analyse.
- **Amélioration de l'Interface Graphique** : L'interface utilisateur a été améliorée pour une expérience plus intuitive et conviviale, facilitant ainsi la navigation et l'utilisation du logiciel.
- **Amélioration des Performances** : Des améliorations ont été apportées aux performances du logiciel pendant l'analyse, garantissant des résultats plus rapides et efficaces.

Comme futures perspectives :

Nous avons plusieurs développements passionnants en préparation pour l'avenir, voici quelques une :

- **Amélioration de l’interface graphique ainsi que la performance globale du logiciel** : Nous nous engageons à améliorer l'interface utilisateur du logiciel pour une expérience encore plus intuitive tout en renforçant ses performances globales.
- **Intégration du DTR C 2-47 (RNV2013)** : Nous prévoyons d'incorporer le DTR C 2-47 (RNV2013) dans le logiciel pour le calcul au vent afin d'assurer la conformité aux réglementations algériennes.
- **Lié RPA Plug-in à Autodesk Revit** : Nous prévoyons sur l'établissement d'un lien direct avec Autodesk Revit, facilitant l'échange de données et la collaboration sans couture entre notre logiciel et Revit.
- **Création d’application smartphone** : Nous nous engageons à développer une application smartphone qui fonctionnera en conjonction avec "CSEN Cloud", étendant l'accessibilité et la fonctionnalité aux utilisateurs mobiles. Cela offrira aux utilisateurs une plus grande flexibilité et commodité dans leurs processus de travail.
- **Signalement Automatique des Bogues** : Nous avons l'intention de mettre en place une fonctionnalité de signalement automatique des bogues pour rationaliser la résolution des problèmes et améliorer la fiabilité du logiciel.

Notre équipe s'engage à propulser le génie civil algérien vers de nouveaux sommets en fournissant des outils technologiques de pointe pour l'analyse et la conception de constructions résistantes aux séismes en Algérie. Notre dévouement à l'innovation et à l'excellence garantit que nos solutions permettent aux ingénieurs et aux parties prenantes de créer des structures résilientes conformes aux réglementations parasismiques, contribuant à la sécurité et à la durabilité des projets de construction en Algérie.