



Afin de réaliser des largages (mise à terre de personnels et de matériels) en toute sécurité, le CAP (Centre AéroPorté de Toulouse) développe des logiciels de calculs de trajectoires de systèmes récupérés par parachutes. Le logiciel ASTRAL (Analyse Statistique de TRajectoires pour l'Aérolargage), réalisé par Semantic T.S. pour le CAP, permet d'effectuer un calcul de la précision de posé à partir de calculs de trajectoires selon une méthode statistique et aussi d'effectuer des calculs de trajectoires en utilisant le vent réel du jour de l'essai.

L'objectif du logiciel est de permettre la détermination du point de largage optimum de façon conviviale et rapide, et est à vocation opérationnelle.

Pour réaliser les calculs des points d'impact d'une charge en chute libre ou en chute sous voile, le logiciel ASTRAL est basé sur la résolution numérique de l'équation de chute gravitationnelle avec un **schéma de Runge Kutta à pas variable**. L'IHM permet de saisir de manière conviviale les paramètres du points de largage (altitude de vol, vitesse, route, ...), de la charge (poids, SCx des parachutes ou grappe de parachutes, ...) ainsi que les données environnementales (profils de vent, de température et de densité).



Calcul statistique: Astral1

Largage Séquences Calculs Vent Atmosphère standard

Coordonnées GPS

latitudes	longitudes	Précisions
Largage : 43°15'57"	5°47'35"	GPS : 0 m
43°15'95"	5°47'58"	Pilote : 0 m

Conditions initiales

Vitesse de largage :	100 kt	+/-	2 kt
Hauteur de largage :	800 m	+/-	0 m
Route de largage :	315 °	+/-	2 °
Cap de largage :	0 °	+/-	0 °
Assiette de l'avion :	0 °	+/-	0 °
Vitesse de sortie du fardeau :	10 m/s	+/-	0.5 m/s
Temps de largage :	1 s	+/-	0.5 s
Altitude de la zone :	0 m		

OK Annuler Appliquer Aide

### Paramètres du largage, avec leur dispersion

englobant un pourcentage donné de points. Cette ellipse est centrée sur le point d'impact nominal (sans dispersion), et est caractérisée par l'inclinaison de son grand axe, les valeurs du grand axe et du petit axe, et le pourcentage de points à l'intérieur. Le calcul s'arrête automatiquement à partir de critères de stabilité sur cette ellipse. Les points d'impacts et leur zone de dispersion peuvent alors être ajustés directement à l'écran en fonction de la zone de sécurité définie, afin de positionner au mieux le point de largage.

Plusieurs simulations (ou *séquences*) sont calculables dans une session, permettant de jouer divers scénarios simultanément : altitudes d'ouverture des différents parachutes, chute libre (*tapis*), disfonctionnement d'une phase, etc...

Afin d'effectuer des calculs de précision de posé, chaque paramètre précédent peut être entaché d'un aléa, fixé par l'utilisateur (par exemple, un vent de 20m/s avec une dispersion de +- 2m/s, données pouvant varier en fonction de l'altitude). ASTRAL calcule alors itérativement un grand nombre de trajectoires indépendantes, et détermine une zone de dispersion des points d'impact au sol par une ellipse

Calcul statistique: Astral1

Largage Séquences Calculs Vent Atmosphère standard

Liste des séquences

Ajouter	largage nominale	Importer liste
Dupliquer	Tapis	Exporter liste
Insérer	Ouverture prématurée	Importer séquence
Supprimer		Exporter séquence

Descriptif de la séquence

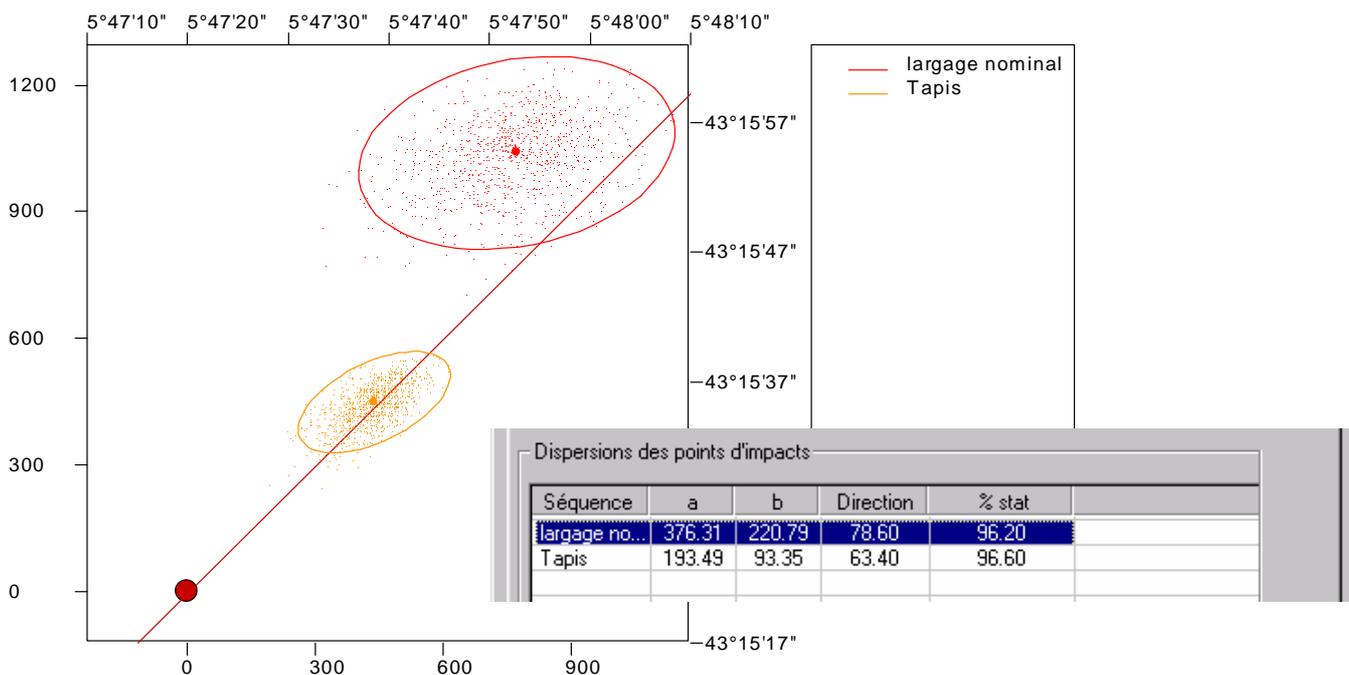
Phase	Fardeau	Chute	Masse	SCx	Altitude	Temps d'ouv...
largage nom...	Fardeau1	libre	500	5.25	200	
largage nom...	Fardeau1	voile	500	10		1

Ajouter Modifier Insérer Supprimer

### IHM de définition des différentes trajectoires (*séquences*) à calculer

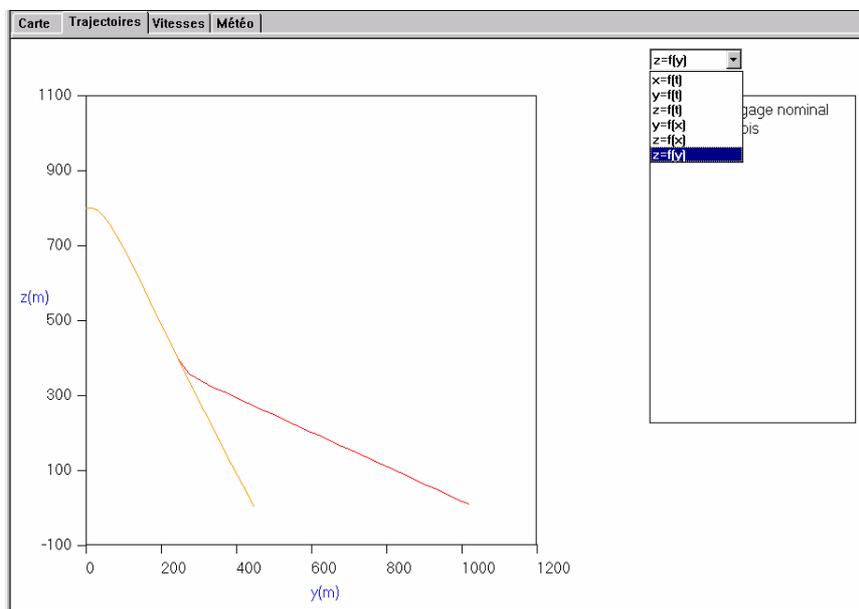
## Logiciels spécifiques

Les temps de calculs rapides, même en cas de calcul statistique (inférieur à la minute pour 1000 itérations d'un saut à 3000m), en font un logiciel opérationnel, destiné à être embarqué dans les opérations.



L'image ci-dessous figure un exemple de résultat pour le calcul de 2 trajectoires, avec tous les points d'impact "aléatoires" et l'ellipse de dispersion. La route ( - ) et le ● point de largage sont également représentés. Les paramètres de chaque ellipse sont consultables : grand axe et petit axe (*a* et *b*), direction du grand axe (*dir*) et pourcentage de points à l'intérieur.

Pour chaque trajectoire il est possible de visualiser les variations d'altitude, de déplacements horizontaux, des composantes du vecteur vitesse, comme le montre le graphique ci-dessous :



Le code a été développé en Visual C++, en utilisant les IHM conviviaux des classes MFC. Durant ce projet, Semantic T.S. a contrôlé la qualité durant toutes les étapes du développement : Spécifications Techniques du Besoin détaillées (STB), Dossier de Conception Technique (DCT), Cahier de Recette, Manuel Utilisateur, suivi des versions, ... Nous utilisons en particulier des générateurs automatiques de documentation logicielle (architecture, répertoire des classes et des modules, etc...), traduite ensuite en document HTML pour une lecture plus simple (document inclus dans le DCT). Le programme est livré sur CD-Rom avec un programme d'installation automatique, généré également avec les outils associés à Visual.