

Date d'édition : 22.02.2025

**Ref : EWTGUHM156**

**HM 156 Coups de bélier et cheminée d'équilibre  
(Réf. 070.15600)**

**Avec interface PC USB et logiciel inclus**



Dans les installations industrielles de type centrales hydro-électriques ou dans les systèmes d'alimentation en eau, les variations du débit entraînent des variations de la pression.

On remarque ce phénomène par exemple à la mise en marche et à l'arrêt des machines hydrauliques, ou à l'ouverture et à la fermeture des éléments de barrage.

On fait la différence entre les variations rapides de la pression qui se propagent à la vitesse du son (coups de bélier) et les variations lentes de la pression causées par des oscillations de masse.

Pour amortir les coups de bélier et les oscillations de masse, des amortisseurs à air ou des cheminées d'équilibre sont mis en place dans les tuyauteries.

HM 156 permet de générer et de visualiser les coups de bélier dans les tuyauteries et d'expliquer le fonctionnement d'une cheminée d'équilibre.

Le banc d'essai est équipé d'une section de tuyau munie d'un robinet à tournant sphérique et d'une cheminée d'équilibre, et d'une deuxième section de tuyau avec électrovanne.

Le premier essai est consacré à la génération d'un coup de bélier en fermant rapidement le robinet à tournant sphérique.

Lors du freinage brusque de la masse d'eau, l'énergie cinétique est libérée et transformée dans la cheminée d'équilibre en énergie potentielle.

Les oscillations dues à la pression qui apparaissent, sont enregistrées par un capteur de pression placé derrière la cheminée d'équilibre, puis représentées par le logiciel comme évolution de pression.

Le mouvement du niveau de l'eau se présente sous la forme d'un mouvement oscillatoire dans la cheminée d'équilibre.

Dans le deuxième essai, la fermeture rapide de l'électrovanne génère un coup de bélier élevé dans la deuxième section de tuyau.

L'énergie cinétique de l'eau est transformée en énergie de pression.

Le coup de bélier et les variations qui en suivent, sont enregistrés par deux capteurs de pression placés dans la section de tuyau et représentés dans le logiciel sous forme d'évolution de pression.

L'alimentation en eau et la mesure du débit sont réalisées par le module d'alimentation.

#### Contenu didactique / Essais

compréhension des processus d'écoulement non stationnaires dans les tuyauteries par les essais

- présentation des coups de bélier dans les tuyauteries
- détermination de la vitesse du son dans l'eau
- compréhension du fonctionnement d'une cheminée d'équilibre
- fréquence propre de la cheminée d'équilibre

#### Les grandes lignes

visualisation des coups de bélier

fonction d'une cheminée d'équilibre



Date d'édition : 22.02.2025

détermination de la vitesse du son dans leau  
logiciel GUNT de représentation des coups de bélier et des oscillations

Les caractéristiques techniques

Section de tuyau pour oscillations de la pression

- cuivre
- longueur: 5875mm, diamètre intérieur: 26mm
- robinet à tournant sphérique
- cheminée déquilibre, PMMA
- hauteur: 825mm
- diamètre intérieur: 50mm

Section de tuyau pour coups de bélier

- cuivre
  - longueur: 5875mm, diamètre intérieur: 26mm
  - écart entre les capteurs: 3000mm
  - électrovanne, temps de fermeture: 20?30ms
- Réservoir: 50L

Module d'alimentation

pompe

- puissance absorbée: 250W
  - débit de refoulement max.: 150L/min
  - hauteur de refoulement max.: 7,6m
- réservoir: 1x 180L, 1x 40L

Plages de mesure

pression: 2x 0?16bar abs. (section de tuyau)

pression: 0?0,3bar (cheminée déquilibre)

230V, 50Hz, 1 phase

Dimensions et poids

Lxlxh: 6800x800x2050mm (total)

Poids: env.155kg

Nécessaire au fonctionnement

PC avec Windows

Liste de livraison

- 1 banc de test avec module d'alimentation
- 1 CD avec logiciel GUNT + câble USB
- 1 jeu d'accessoires
- 1 documentation didactique

Produits alternatifs

HM143 - Processus d'écoulement non stationnaires dans les réservoirs

HM150.15 - Bélier hydraulique - Refoulement réalisé à l'aide de coups de bélier

HM155 - Coups de bélier dans les tuyauteries

## Catégories / Arborescence

Techniques > Mécanique des fluides > Exemples d'écoulement non stationnaire

Techniques > Mécanique des fluides > Principe de la dynamique des fluides > Écoulement non stationnaire

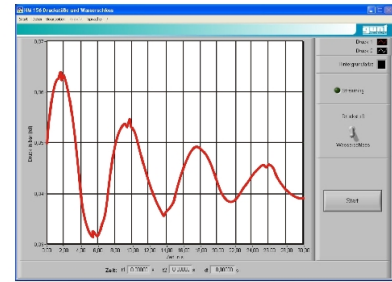
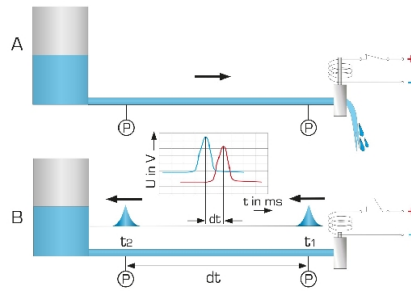
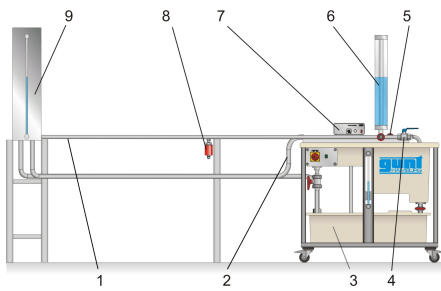
SYSTEMES DIDACTIQUES s.a.r.l.

Savoie Hexapole - Actipole 3 - 242 Rue Maurice Herzog - F 73420 VIVIERS DU LAC

Tel : [+330456428070](tel:+330456428070) | Fax : [+330456428071](tel:+330456428071)

[systemes-didactiques.fr](http://systemes-didactiques.fr)

Date d'édition : 22.02.2025



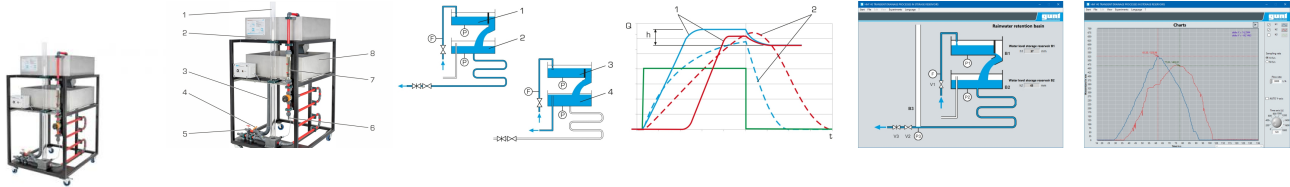
## Produits alternatifs

Date d'édition : 22.02.2025

Ref : EWTGUHM143

**HM 143 Processus d'écoulement non stationnaires dans les réservoirs, coup de bélier (Réf. 070.14300)**

Avec interface PC USB et logiciel inclus



Les processus d'écoulement non stationnaires sont pris en compte lors du dimensionnement des réservoirs d'eau. Ces processus apparaissent par exemple dans les bassins de retenue des eaux de pluie et dans les lacs artificiels. Le principal objectif du bassin de retenue des eaux de pluie est de différer le processus d'écoulement en procédant à un stockage intermédiaire temporaire.

Les lacs artificiels servent de réservoir permanent pour l'alimentation en eau et le transfert énergétique ou dans le cadre de la protection contre les inondations.

Le niveau d'eau monte avant d'être dirigé via un trop-plein.

Les processus d'écoulement des réservoirs s'effectuent par des tuyauteries ou des galeries.

Une cheminée d'équilibre doit empêcher les coups de bélier dans les tuyauteries et les robinetteries causés par les variations du débit rapides.

Le HM 143 permet de présenter les processus d'écoulement non stationnaires dans les réservoirs, ainsi que le fonctionnement d'une cheminée d'équilibre.

Le banc d'essai contient un bassin avec déversoir ajustable et un deuxième bassin, plus profond avec trop-plein et conduite d'écoulement.

La conduite d'écoulement est munie d'une cheminée d'équilibre.

L'essai "bassin de retenue des eaux de pluie", le bassin A et le bassin B simulent un bassin de retenue.

L'écoulement est ajusté par des soupapes placées dans la conduite d'écoulement.

Ceci permet de présenter les processus d'écoulement différés type.

Dans l'essai "lacs artificiels" est consacré aux processus d'écoulement non stationnaires avec deux réservoirs à long terme.

Dans cet essai, le déversoir est utilisé comme déversoir dénoyé.

Dans l'essai "cheminée d'équilibre", un coup de bélier est généré par la fermeture rapide d'un robinet-vanne placé dans la conduite d'écoulement.

L'oscillation se présente sous forme d'un mouvement oscillatoire du niveau d'eau dans la cheminée d'équilibre.

Les niveaux d'eau dans le bassin et la cheminée d'équilibre sont enregistrées par des capteurs de pression et représentées à l'aide du logiciel GUNT.

Contenu didactique / Essais

- présentation de processus d'écoulement non stationnaires dans deux bassins de retenue des eaux de pluie placés l'un derrière l'autre
- présentation des processus d'écoulement non stationnaires sur deux réservoirs placés l'un derrière l'autre
- enregistrement des oscillations du niveau de l'eau dans la cheminée d'équilibre après un coup de bélier
- enregistrement et représentation des variations de les niveau d'eau

Les grandes lignes

- étude des processus d'écoulement non stationnaires dans les réservoirs
- simulation des bassins de retenue des eaux de pluie et des lacs artificiels
- cheminée d'équilibre transparente en vue de l'observation des oscillations après un coup de bélier
- logiciel GUNT de représentation des niveaux d'eau

Les caractéristiques techniques

Bassin A: Lxlxh: 900x900x300mm

- matériau: acier inoxydable

- déversoir rectangulaire de type Rehbock, ajustable servant de vanne, ouverture de vanne: 0...200mm servant de

Date d'édition : 22.02.2025

déversoir dénoyé, hauteur: 0...200mm, largeur dénoyée: 60mm

Bassin B: Lxlxh: 900x900x300mm

- matériau: acier inoxydable
- trop-plein: 200mm

Cheminée d'équilibre

- matériau: PMMA
- diamètre intérieur: 62mm
- hauteur: 1800mm

Plages de mesures

- pression: 2x 0...100mbar, 1x 0...200mbar
- débit: 300...3300L/h

230V, 50Hz, 1 phase

Dimensions et poids

Lxlxh: 1040x1220x2100mm  
Poids: env. 165kg

Nécessaire au fonctionnement  
raccord deau, drain: 3000L/h  
PC avec Windows

Liste de livraison

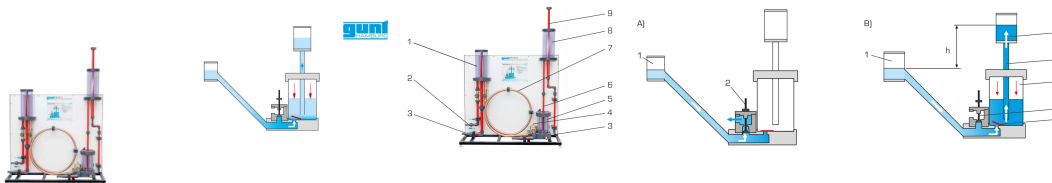
- 1 banc deessai
- 1 logiciel GUNT + câble USB
- 1 documentation didactique

Produits alternatifs

HM156 - Coups de bélier et cheminée d'équilibre

Ref : EWTGUHM150.15

**HM 150.15 Bélier hydraulique - Refoulement réalisé à l'aide de coups de bélier (Réf. 070.15015)**



L'interruption brusque d'écoulement d'eau peut causer des coups de bélier dans les tuyaux.

Ce phénomène généralement indésirable, est utilisé dans les appareils spéciaux (béliers hydrauliques) pour rehausser le niveau de l'eau.

Contrairement aux pompes conventionnelles, il n'est pas nécessaire de recourir ici à un entraînement mécanique supplémentaire.

Le HM 150.15 permet de présenter le principe des coups de bélier et d'examiner le fonctionnement d'un bélier hydraulique.

SYSTEMES DIDACTIQUES s.a.r.l.

Savoie Hexapole - Actipole 3 - 242 Rue Maurice Herzog - F 73420 VIVIERS DU LAC

Tel : [+330456428070](tel:+330456428070) | Fax : [+330456428071](tel:+330456428071)  
[systemes-didactiques.fr](http://systemes-didactiques.fr)

Date d'édition : 22.02.2025

L'eau est dirigée dans le bélier hydraulique grâce à un long tuyau incliné.

Dès que l'eau atteint une vitesse donnée, la vanne d'impulsion du bélier hydraulique se referme automatiquement sous l'effet des forces d'écoulement.

Ceci a lieu brusquement de manière à transformer l'énergie cinétique de l'eau contenue dans le tuyau en énergie de pression potentielle.

La pression ouvre un clapet de retenue. L'eau est dirigée dans un réservoir d'air.

Le coussin d'air placé dans le réservoir d'air freine le coup de bélier et permet d'obtenir un écoulement homogène dans le réservoir élevé.

Lorsque le coup de bélier a disparu, la vanne d'impulsion s'ouvre sous l'effet du poids propre, l'eau contenue dans le tuyau recommence à circuler et le processus se répète.

L'essai est consacré au rapport entre la vanne d'impulsion, le poids, la levée de la soupape et le débit.

Il montre également l'influence du volume de l'air contenu dans le réservoir d'air sur le refoulement.

Le débit est ajusté par des soupapes.

Des réservoirs transparents, un clapet de retenue visible dans le réservoir d'air et le mouvement également visible de la vanne d'impulsion permettent de bien observer tout le processus.

Tous les éléments sont agencés clairement sur une plaque avant.

L'alimentation en eau et la mesure du débit sont prises en compte par le module de base des essais réalisés en mécanique des fluides HM 150.

Alternativement, l'appareil d'essai peut aussi être opéré par le réseau du laboratoire.

La documentation didactique bien structurée expose les principes de base et guide l'étudiant dans la réalisation des essais.

#### Contenu didactique / Essais

- présentation du phénomène de cause à effet des coups de bélier
- principe du bélier hydraulique
- fonction d'un réservoir d'air
- conséquences du volume d'air contenu dans le réservoir d'air et de la vitesse d'écoulement pour le refoulement
- détermination de l'efficacité

#### Les grandes lignes

- Cause et effet des coups de bélier
- Principe du bélier hydraulique
- Réservoirs transparents et clapet de retenue visible afin de bien observer le fonctionnement

#### Les caractéristiques techniques

##### Bélier hydraulique

- hauteur de refoulement max.: 0,27m
- débit: 90L/h

#### Dimensions et poids

Lxlxh: 1100x640x1400mm

Poids: env. 57kg

#### Nécessaire au fonctionnement

HM 150 (circuit d'eau fermé) ou raccord d'eau, drain

#### Liste de livraison

- 1 appareil d'essai
- 1 jeu de flexibles
- 1 jeu de poids
- 1 documentation didactique

#### Accessoires disponibles et options

HM150 - Module de base pour essais de mécanique des fluides

#### Produits alternatifs

HM155 - Coups de bélier dans les tuyauteries

SYSTEMES DIDACTIQUES s.a.r.l.

Savoie Hexapole - Actipole 3 - 242 Rue Maurice Herzog - F 73420 VIVIERS DU LAC

Tel : [+330456428070](tel:+330456428070) | Fax : [+330456428071](tel:+330456428071)

[systemes-didactiques.fr](http://systemes-didactiques.fr)



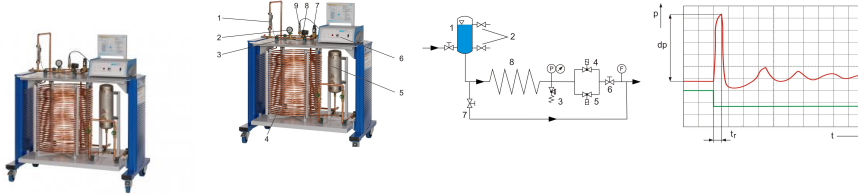
Date d'édition : 22.02.2025

## HM156 - Coups de bélier et cheminée d'équilibre

Ref : EWTGUHM155

### HM 155 Coups de bélier dans les tuyauteries (Réf. 070.15500)

Avec interface PC USB et logiciel inclus



Les coups de bélier dans les tuyauteries posent de sérieux problèmes à tout système technique, car ils peuvent causer des dommages importants sur les tuyauteries, les robinetteries et les composants d'une installation.

Les coups de bélier sont générés par la force d'inertie du fluide en mouvement, suite à des variations brusques de la vitesse, par ex. à la fermeture rapide d'une soupape.

C'est pourquoi, les coups de bélier et leur origine sont un aspect important de la conception des tuyauteries.

Le banc d'essai HM 155 permet d'examiner les coups de bélier et les ondes de pression apparaissant dans les tuyaux longs.

Les coups de bélier sont générés par la fermeture d'une soupape, à la fin de la section de tuyau.

Ces coups de bélier sont alors réfléchis au début du tuyau, sous forme d'ondes inversées.

Un réservoir sous pression avec coussin d'air placé au début de la section de tuyau, simule le début du tuyau ouvert de manière à avoir une réflexion exacte de l'onde.

Pour obtenir des temps de réflexion suffisamment élevés, on a installé une section de tuyau de 60m de long, en forme de serpentín pour limiter l'encombrement.

Les essais sont consacrés au rapport entre les coups de bélier et les temps de fermeture des soupapes.

C'est pourquoi, le banc d'essai est équipé de deux électrovannes, dont l'une a un temps de fermeture constant et l'autre, un temps de fermeture ajustable.

Les oscillations de la pression qui apparaissent, sont enregistrées par un capteur de pression.

L'évolution de pression est alors représentée à l'aide du logiciel GUNT.

Le débit est ajusté par une soupape. La pression du système et le débit sont affichés.

Une soupape de sûreté protège le système des hautes pressions.

#### Contenu didactique / Essais

- rapport entre les coups de bélier et le débit
- rapport entre les coups de bélier et le temps de fermeture de la soupape
- représentation de l'évolution de pression
- détermination du temps de réflexion
- calcul de la vitesse du son dans l'eau

#### Les grandes lignes

- étude des coups de bélier et des ondes de pression dans les tuyaux
- longueur de section de tuyau, 60m
- mesure de la vitesse du son dans l'eau
- électrovanne avec temps de fermeture ajustable
- logiciel GUNT de représentation de l'évolution de pression

#### Les caractéristiques techniques

Électrovanne, temps de fermeture constant

- temps de fermeture: 20...30ms
- pression de service: 0...10bar

Électrovanne, temps de fermeture ajustable

SYSTEMES DIDACTIQUES s.a.r.l.

Savoie Hexapole - Actipole 3 - 242 Rue Maurice Herzog - F 73420 VIVIERS DU LAC

Tel : [+330456428070](tel:+330456428070) | Fax : [+330456428071](tel:+330456428071)  
systemes-didactiques.fr



Date d'édition : 22.02.2025

- temps de fermeture: 1...4s
- pression de service: 0,2...12bar

Soupape de sûreté: 16bar

Section de tuyau, cuivre

- longueur: 60m
- diamètre intérieur: 10mm

Réservoir sous pression: 5L

- Plages de mesure
- pression: 0...16bar
  - débit: 30...320L/h

230V, 50Hz, 1 phase

Dimensions et poids

- Lxlxh: 1310x790x1500mm  
Poids: env. 155kg

Nécessaire au fonctionnement

- raccord deau 300L/h, drain  
PC avec Windows

Liste de livraison

- 1 banc de test
- 1 CD avec logiciel GUNT + câble USB
- 1 jeu de flexibles
- 1 documentation didactique

Produits alternatifs

- HM150.15 - Béliet hydraulique - Refoulement réalisé à l'aide de coups de bélier
- HM156 - Coups de bélier et cheminée d'équilibre