



# Méthodes de calcul des CBA

Maître de conférence, PhD Olga  
Ozhyshchenko

Dnipropetrovsk 2015

# Evolution des méthodes de calcul

**Méthode des contraintes admissibles – jusqu'à 1938**

**Méthode des efforts destructifs (1938-1955)**

**Méthode des états limites (à partir de 1955 jusqu'à présent)**

# Evolution des méthodes de calcul

**Méthode des contraintes**

**admissibles** – jusqu'à 1938


**Méthode des efforts**

**destructifs** (1938-1955)

**Méthode des états limites** (à

partir de 1955 jusqu'à présent)

# Méthode des contraintes admissibles



**Cette méthode a été basée  
sur la **11ème stade**  
d'état de contrainte et de  
déformation d'un élément.**

# Méthode des contraintes admissibles

## Hypothèses de cette méthode:

1. Béton de la zone tractée ne travaille pas, les efforts de traction s'aperçoivent par l'acier;
2. Béton de la zone comprimée travaille de façon élastique et le rapport entre les contraintes et les déformations est linéaire (conformément à la loi de Hooke);
3. Sections normales à l'axe longitudinale, planes avant la flexion restent planes après la flexion (hypothèse des sections

# Méthode des contraintes admissibles

Comme la suite de ces hypothèses:

**L'épure des contraintes de la zone comprimée du béton est triangulaire, et la valeur constante du rapport des modules d'élasticité des matériaux**

# Méthode des contraintes admissibles

Le calcul s'effectuait pour la **section réduite et pas pour la section réelle**. **L'aire de l'acier** devait être remplacée par **l'aire équivalent du béton** à l'aide d'un certain coefficient.

Dans telle section à l'aide des méthodes de la résistance des matériaux on déterminait les contraintes du béton et de l'armature provoquées par les **charges d'exploitation** et les valeurs obtenues devaient être **comparées** avec les **contraintes admissibles**, qui ont été fixées comme un part de la limite de la

# Méthode des contraintes admissibles

**Le défaut principal de cette méthode: le béton est considéré comme un matériaux élastique.**

**Rédistribution réelle des contraintes dans le béton d'après la section ne correspond pas à l'épure rectangulaire etc. En plus, il a été établi que les contraintes réelle dans l'armature sont inférieures que celles déterminées par la méthode considérée**



# Méthode des contraintes admissibles

**La présente méthode ne permet pas de concevoir la construction avec le coefficient de sécurité bien défini avant le calcul, mais ne permet même pas de déterminer les contraintes réelles dans les matériaux. Tout cela amenait aux dépenses excessives des matériaux, installation de l'acier supplémentaire dans la zone comprimée du béton etc.**

# Méthode des contraintes admissibles

**Les défauts sont devenus encore plus évidents quand il fallait d'introduire les nouveaux types de béton (des bétons lourds des marques élevées, des bétons légers à la base des granulats poreux etc) et des aciers plus résistants.**

**Voilà pourquoi la nouvelle méthode de calcul — méthode selon les efforts**

# Evolution des méthodes de calcul

Méthode des contraintes admissibles – jusqu'à 1938

Méthode des efforts destructifs (1938-1955)

Méthode des états limites (à partir de 1955 jusqu'à présent)

# Méthode des efforts destructifs

Cette méthode a été élaboré en ce basant sur la quantité plus importante des résultats expérimentaux. Méthode prenait en considération les **propriété élastiques et plastiques** du béton armé et il permettait de déterminer la capacité portante d'un élément de la manière assez précise.

# Méthode des efforts destructifs

**Cette méthode a été basée sur la IIIème stade d'état de contrainte et de déformation d'un élément travaillant à la flexion.**

# Méthode des efforts destructifs

**La présente méthode ne tennait pas compte du travail du béton de la zone tractée. Dans les formules de calcul on a eu la limite de la résitance du béton à la compression et la limite de fluidité de l'acier au lieu des contraintes admissibles.**

# Méthode des efforts destructifs

**L'épure des contraintes du béton de la zone comprimée au début était curviligne, mais au cours de temps à été remplacée par celle rectangulaire**

# Méthode des efforts destructifs

**Lors de la détermination des efforts destructifs des éléments (cas de travail I, qd la destruction commence dans la zone tractée du béton), on utilise le principe de la destruction plastique au lieu d'hypothèse des sections planes**



# Méthode des efforts destructifs

**Qu'est-ce que c'est qu'un  
principe de la destruction  
plastique?**

**D'après ce principe les  
contraintes dans le béton et  
dans l'acier seront atteintes  
simultanément (en même**

# Méthode des efforts destructifs

**Donc, d'après cette méthode on a une marge de la résistance (sécurité) dans les formules de calcul, qui est uni pour un élément tout en entier**

# Méthode des efforts destructifs

**Méthode de calcul d'après les efforts destructifs (qui considère le béton armé comme un matériau possédant des caractéristiques élastico-plastique) donne**

# Méthode des efforts destructifs

**Ainsi elle permet d'utiliser les propriétés de résistance et de déformation des matériaux et des constructions de la façon plus correcte. Grâce à cela les solutions finales sont plus**

# Méthode des efforts destructifs

**Un grand atout de cette méthode par rapport à la méthode de calcul d'après les contraintes admissibles est la possibilité de déterminer le coefficient de la marge de sécurité très proche à la valeur réelle**

# Méthode des efforts destructifs

**Si on utilise la méthode de calcul d'après les efforts destructifs on peut obtenir (*dans certains cas!!!*) la dépense moins importante de l'acier par rapport au calcul d'après la méthodes des contraintes admissibles. Par exemple, dans les éléments fléchis, l'armature comprimée n'est pas nécessaire**

# Méthode des efforts destructifs

**Défaut** de cette méthode (comme la méthode précédente) c'est que les écarts possibles des charges réelles et des caractéristiques de la résistance des matériaux de leurs valeurs de calcul ne peuvent pas être pris en considération à 100% parce qu'on a qu'un seul coefficient commun de sécurité

# Méthode des efforts destructifs

**En outre, la méthode de calcul d'après les efforts destructifs ne permettait que déterminer la résistance de la construction, sans donner la possibilité d'apprécier son travail sous les charges**



# Méthode des efforts destructifs

**Quand on utilisait l'acier et le béton avec la résistance relativement basse, les structures avaient des sections assez grandes, les fissures dans le béton et les flèches provoqués par les charges d'exploitation n'étaient pas trop grandes et elles n'empêchaient pas le travail normal des constructions**

# Méthode des efforts destructifs

**Avec l'apparition des bétons et de  
les aciers plus résistants, les  
sections transversales se sont  
réduits, leur rigidité se baissait et par  
conséquent les flèches des  
constructions et la largeur  
d'ouverture des fissures causé par  
les charges de calcul devennaient  
considérables et pouvaient perturber**

# Méthode des efforts destructifs

**A cet égard, la nouvelle méthode de calcul des constructions en béton armé a été développée. Il a vu le jour en 1955, au moment de son introduction dans les normes de calcul**

# Evolution des méthodes de calcul

Méthode des contraintes admissibles – jusqu'à 1938

Méthode des efforts destructifs (1938-1955)

Méthode des états limits (à partir de 1955 jusqu'à présent)

# Méthode des états limites

Lors de calcul d'après cette méthode on peut déterminer les états limites de la construction de la façon assez précise et on utilise le **systemes des coefficients** de calcul, l'introduction desquels **garanti que cet état limite ne sera jamais atteinte**, même sous la condition des combinaisons les plus défavorables des charges et des résistances minimales des matériaux.

# Méthode des états limits

La résistance des sections se détermine également d'après la **stade de destruction**, pourtant la sécurité de travail de la construction sous la charge est estimée par le **systeme de coefficient** de calcul et pas par un seul coefficient de sécurité.

# Méthode des états limites

**Etat limite** c'est l'état de la construction quand elle ne correspond plus aux exigences présentées pour cette construction lors d'exploitation, c'est-à-dire elle perd la capacité de résister aux charges et des actions externes ou reçoit les déplacements inadmissibles, endommagements locaux ou l'ouverture excessive des fissures.

Les constructions en béton armé doivent satisfaire aux exigences de **2 groupes des états limites**:

1<sup>er</sup> groupe des états limites – d'après la capacité portante;

2<sup>ème</sup> groupe des états limites – aptitude à l'exploitation normale.

# Méthode des états limites

Calcul suivant les **états limites de l'ère groupe** (groupe de l'incapacité de l'exploitation) doit être effectué afin d'empêcher:

- **Perte de la résistance ou la capacité portante** à cause de la destruction du béton ou de la rupture d'armature, y compris la destruction en cas de l'action simultanée des charges extérieures et de l'action défavorable du milieu ambiant;
- **Perte de la stabilité** (pour les constructions flexibles à parois minces et des constructions pareilles);
- **Destruction de fatigue.**



# Méthode des états limites

Calcul suivant les **états limites de lème groupe** (groupe de l'incapacité de l'exploitation normale) doit être effectué afin d'empêcher:

- Formation des fissures;
- Ouverture des fissures;
- Déformation (flèches et courbures excessives, déplacement angulaire, déplacement, oscillations).

# Méthode des états limites

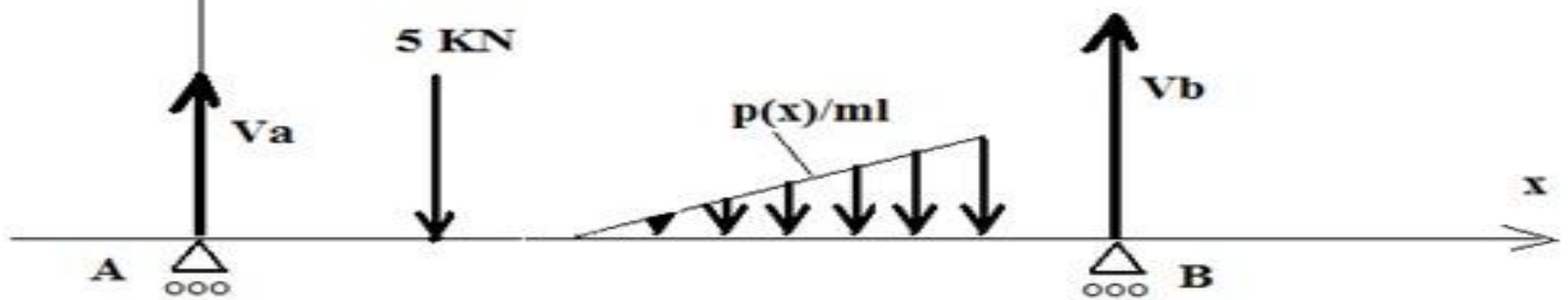
**Calcul suivant les états limites des constructions font pour toutes les stades: fabrication, stockage, transportation, montage et exploitation.**

**Les efforts dans les constructions statiquement indéterminées se déterminent tenant compte**

**des déformations inélastiques du béton et de l'armature, ce qui est très important en cas de l'action de longue durée de la charge**

**la redistribution des efforts**

<b>Paramètre</b>	<b>Contraintes admissibles</b>	<b>Efforts destructifs</b>	<b>Etats limites</b>
<b>Stade ECD (НДС)</b>	<b>II</b>	<b>III</b>	<b>III</b>
<b>Travail de béton</b>	<b>élastique</b>	<b>Élastique et plastique</b>	<b>Élastique et plastique</b>
<b>Hypothèse principale</b>	<b>Hypothèse des sections inclinées</b>	<b>Principe de la destruction plastique</b>	
<b>Epure</b>	<b>triangulaire</b>	<b>Curviligne – triangulaire</b>	<b>Curviligne</b>
<b>Coefficient</b>	<b>II</b>	<b>III</b>	<b>III</b>



# Classification des charges.

## Valeurs caractéristiques et celles de calcul

# Classification des charges



**Nature de provenance**

**Durée**

**Direction**

**Qualité**

**Application dans les calculs**

# Classification des charges



**Nature de provenance**

Durée

Direction

Qualité

Application dans les calculs

# Charge d'après la nature de provenance

- Technologique (poids des gens dans des locaux, équipements et matériel);**
- Atmosphériques (neige, vent, changement de température, verglas);**
- Poids propre des constructions portantes protectrices;**
- Influences sismiques explosives**

# Classification des charges



Nature de provenance

**Durée**

Direction

Qualité

Application dans les calculs



# Charge d'après la durée

**Permanent**es (poids propre, pression des sols, précontrainte);

**Temporaires** :

- ◆ de longue durée (poids de l'équipement sur le revêtement, pression des gaz, des liquides, des matières sèches, la partie de haute durée des charges des ponts roulants, de la neige etc);
- ◆ de courte durée (gens, partie de courte durée des charges des ponts roulants, de la neige, charge de vent);
- ◆ épisodiques (seismiques, influence d'explosion, défaillance de l'équipement, abaissement des sols)

# Classification des charges



Nature de provenance

Durée

**Direction**

Qualité

Application dans les calculs

# Charge d'après la direction

---

- Véerticales (poids des constructions et des charges temporaires (utiles));**
- Horizontales (charge de vent);**
- Inclinée**

# Classification des charges



Nature de provenance

Durée

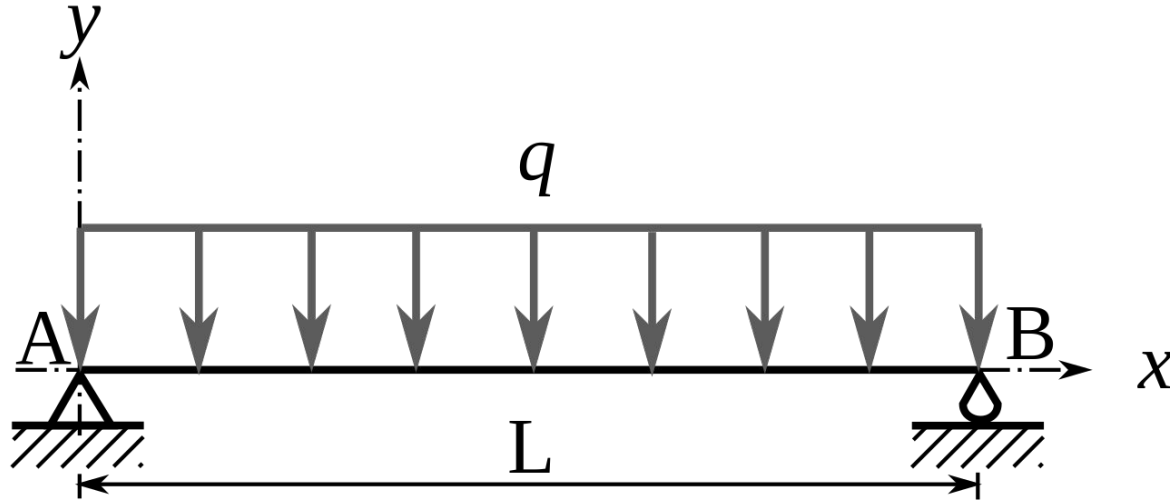
Direction

**Qualité**

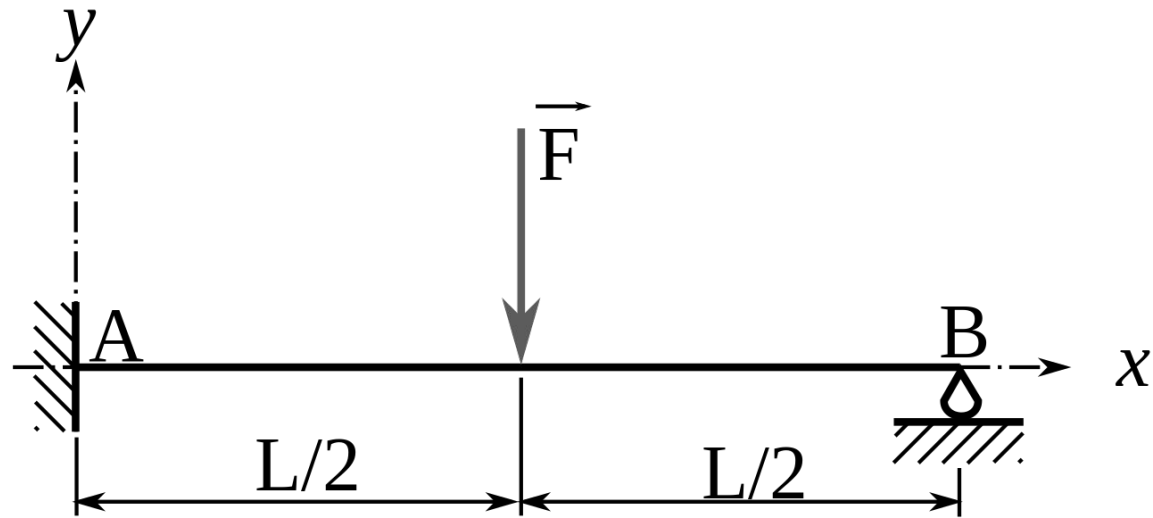
Application dans les calculs

# Charge d'après la qualité

Répartie



Ponctuelle



# Classification des charges



Nature de provenance

Durée

Direction

Qualité

**Application dans les calculs**

# Charge d'après l'application dans les calculs



**Réglementaires  
(normatives)  
Celle de calcul**

# Charge utile

En parlant des charges, il est à

remarquer que vous pouvez vous confronter avec le terme «charge utile». Ce terme signifie la charge qui est la condition de l'utilisation fonctionnelle de l'une ou l'autre construction ou du bâtiment en entier. C'est à dire que la charge utile sera différente pour les constructions de destination



# Charges caractéristiques

**Charges caractéristiques (*avant charges normatives, charges réglementaires*)** ce sont les charges qui correspondent aux conditions normales d'exploitation. Ces charges viennent de:

<b>Pour l'équipement technologique</b>	<b>Cahiers de charge des fabricants</b>
<b>Charges atmosphériques</b>	<b>Résultats des observations de plusieurs années</b>
<b>Charges utiles causées par les gens</b>	<b>Calcul du rassemblement potentiel des gens sur</b>

# Charges limites de calcul

**Charges limites de calcul** (*avant tout simplement charge de calcul*)  
ce sont les charges qui correspondent aux valeurs maximales limites, l'apparition desquelles est possible en résultat de l'impact des facteurs qui n'étaient pas pris en considération.

# Passage d'une charge à l'autre

Passage d'une charge caractéristique à la charge limite de calcul s'effectue par la multiplication de première par le coefficient de sécurité d'après la charge:

$$q^p = q^k \cdot \gamma_f$$

# Combinaison des charges

**Généralement, la charge agissante sur la construction n'est pas seule, mais avec des «amis». C'est pourquoi on parle de la combinaison des charges. A chaque fois, on doit choisir la combinaison des charges la plus défavorables**

# Combinaison des charges

**Les combinaisons prévues par les normes:**

- ✓ **Combinaison principale : charges permanentes + charges de longue durée + charges de courte durée;**
- ✓ **Combinaison épisodique (avant particulière) –des charges énumérées ci-dessus + une des charges particulière**

# Coefficients de combinaison des charges

**Le coefficient de combinaison  $\psi$  dépend de la quantité de charges, entrantes dans la combinaison :**

Quantité et qualité des charges		Combinaison	
		principale	épisode
1 temporaire		Sans coefficient	
2 et + temporaires	De longue durée	$\psi_1 = 0,95$	$\psi_1 = 0,95$
	De courte durée	$\psi_2 = 0,9$	$\psi_2 = 0,8$
Charge particulière		Pas de charge particulière	$\psi_1 = 0,1$