

CHAPITRE II.	
FORMATION DU GRAIN.	
	Pages
§ I. HISTORIQUE. . . . .	264
§ II. GRENAGE DES POUDRES ORDINAIRES. . . . .	267
I. Grenoir à retour. . . . .	267
a) Grenoir allemand. . . . .	270
b) Grenoir français. . . . .	272
c) Grenoir russe. . . . .	272
II. Tonne-grenoir. . . . .	274
III. Grenoir à cylindres. . . . .	274
a) Grenoir anglais. . . . .	278
b) Grenoir américain. . . . .	279
c) Grenoir français. . . . .	280
§ III. GRANULATION DES POUDRES AGGLOMÉRÉES. . . . .	282
§ IV. GÉNÉRALITÉS. . . . .	282
I. But et résultats du grenage. . . . .	283
II. Comparaison des divers modes de grenage. . . . .	283
CHAPITRE III.	
SÉCHAGE, ÉPOUSSETAGE ET ASSORTISSAGE PRÉALABLES.	
§ I. SÉCHAGE PRÉALABLE OU ESSORAGE. . . . .	285
I. En France et en Italie. . . . .	285
II. En Allemagne, en Russie et en Danemark. . . . .	286
§ II. ÉPOUSSETAGE ET ASSORTISSAGE PRÉALABLES. . . . .	287
CHAPITRE IV.	
LISSAGE.	
§ I. APPAREILS. . . . .	289
§ II. OPÉRATIONS. . . . .	291
§ III. GÉNÉRALITÉS. . . . .	294
CHAPITRE V.	
SÉCHAGE.	
§ I. SÉCHAGE NATUREL. . . . .	297
§ II. SÉCHAGE ARTIFICIEL. . . . .	298
I. Séchage à l'air chauffé directement. . . . .	299
II. Séchage à la vapeur ou à l'eau chaude. . . . .	300
A. Travail des sécheriers. . . . .	300
a) Mode d'utilisation de la chaleur. . . . .	30
b) Durée du séchage. . . . .	30
c) Débit du ventilateur et pression de l'air. . . . .	30

	Pages
B. Appareils et opérations. . . . .	306
a) En France et en Italie. . . . .	306
b) En Allemagne et en Russie. . . . .	309
c) En Angleterre. . . . .	310
III. Séchage à l'air froid. . . . .	311
IV. Séchage dans le vide. . . . .	312

## CHAPITRE VI.

## ÉPOUSSETAGE, ASSORTISSAGE ET ÉGALISAGE.

§ I. ÉPOUSSETAGE. . . . .	313
I. En France. . . . .	313
II. En Allemagne. . . . .	314
III. En Angleterre. . . . .	315
§ II. ASSORTISSAGE ET ÉGALISAGE. . . . .	317

## CHAPITRE VII.

## MÉLANGE.

§ I. EN FRANCE. . . . .	319
§ II. EN ALLEMAGNE. . . . .	320

## CHAPITRE VIII.

## EMBALLAGE ET EMPAQUETAGE.

§ I. EN FRANCE. . . . .	322
§ II. EN ALLEMAGNE. . . . .	324
§ III. EN ANGLETERRE. . . . .	326
§ IV. EXPÉRIENCES DE PIOBERT, DE FADÉIEFF ET DE GALE. . . . .	327

## CHAPITRE IX.

## EMMAGASINAGE.

§ I. MAGASINS A POUDRE. . . . .	329
§ II. EMMAGASINAGE ET ÉPREUVES DE ROULEMENT. . . . .	332

## CHAPITRE X.

## TRANSPORTS.

§ I. TRANSPORTS PAR VOIE DE TERRE. . . . .	334
§ II. TRANSPORTS PAR EAU. . . . .	336



## CHAPITRE XI.

## CHARGES COMPRIMÉES.

	Pages
§ I. EXPÉRIENCES AMÉRICAINES. . . . .	337
§ II. PROCÉDÉS DE BROWN ET DE DOREMUS. . . . .	338
§ III. EXPÉRIENCES AUTRICHIENNES, ANGLAISES ET FRANÇAISES. . . . .	340

## CHAPITRE XII.

## POUDRES A GROS GRAINS.

§ I. GÉNÉRALITÉS. . . . .	342
§ II. POUDRES ORDINAIRES A GROS GRAINS. . . . .	344
I. Poudre mammoth. . . . .	344
II. Poudre pebble. . . . .	345
III. Poudres de Wetteren. . . . .	347
IV. Poudres françaises. . . . .	349
V. Poudre à dés et poudre plate. . . . .	351
VI. Poudres diverses. . . . .	353
a) Poudres autrichiennes. . . . .	353
b) Poudres progressives suédoise et italienne. . . . .	353
c) Poudres américaines. . . . .	355
§ III. POUDRES MOULÉES. . . . .	355
I. Poudres cakes perforées. . . . .	355
II. Poudres prismatiques. . . . .	357
III. Poudre pellet. . . . .	360
IV. Poudre hexagonale. . . . .	362
V. Poudres moulées au caoutchouc. . . . .	362

## CHAPITRE XIII.

## GÉNÉRALITÉS SUR LA FABRICATION DE LA POUDRE.

§ I. TABLEAU D'ENSEMBLE DE LA FABRICATION. . . . .	364
I. Poudres françaises. . . . .	364
a) Poudres de guerre (pilons ou meules). . . . .	364
b) Poudres de chasse (meules). . . . .	366
c) Poudres de mine (tonne de granulation, presses ou meules). . . . .	367
d) Poudres de commerce extérieur (pilons, presses ou meules). . . . .	368
II. Poudres allemandes (Spandau et Dresde). . . . .	369
a) Poudres de guerre de l'ancien armement (tonnes et presses). . . . .	369
b) Nouvelle poudre à fusil (meules et presses). . . . .	369
III. Poudres autrichiennes (Stein). . . . .	370

	Pages
IV. Poudres russes (Ochta). . . . .	370
a) Poudres de l'ancien armement (meules et presses). . . . .	370
b) Nouvelle poudre à fusil (meules et presses). . . . .	371
V. Poudres belges (Wetteren). . . . .	371
VI. Poudres anglaises (Waltham-Abbey). . . . .	371
VII. Poudres italiennes (Fossano et Scafati). . . . .	372
VIII. Poudres espagnoles (Grenade). . . . .	372
§ II. PRODUCTION ET CONSOMMATION. . . . .	373
I. Fonctionnement des appareils. . . . .	373
a) Travail consommé. . . . .	373
b) Débits et rendements. . . . .	374
II. Prix de revient des produits. . . . .	375
III. Usage et consommation. . . . .	376
§ III. DISPOSITIONS GÉNÉRALES DES POUDRERIES ET DES USINES A POUDRE. . . . .	379
I. Plan d'ensemble d'une poudrerie. . . . .	379
II. Construction des bâtiments. . . . .	380
III. Instructions générales. . . . .	383

## SECTION III.

## PROPRIÉTÉS DE LA POUDRE.

## CHAPITRE I.

## PROPRIÉTÉS PHYSIQUES DE LA POUDRE.

§ I. ASPECT EXTÉRIEUR. . . . .	386
§ II. DURETÉ DES GRAINS. . . . .	387
§ III. GROSSEUR DES GRAINS. . . . .	387
§ IV. DENSITÉ. . . . .	389
I. Densité gravimétrique. . . . .	389
a) En France et en Belgique. . . . .	391
b) En Allemagne, en Angleterre, en Russie et en Italie. . . . .	392
II. Poids spécifiques relatif et absolu. . . . .	392
A. Densité au lycopode. . . . .	393
B. Volumétries et stéréométriques. . . . .	394
C. Densité à l'essence de térébenthine. . . . .	394
D. Densité à l'eau saturée de salpêtre. . . . .	395
E. Densité à l'alcool. . . . .	395
a) Méthode de l'augmentation de volume. . . . .	395
b) Méthode de la différence de poids. . . . .	396
c) Expériences de Heeren, d'Otto et d'Upmann. . . . .	396



	Pages
d) Procédé de Heeren. . . . .	398
e) Résultats généraux. . . . .	401
F. Densité par la méthode hydrostatique. . . . .	402
G. Densité au mercure. . . . .	405
a) Densimètre Marchand. . . . .	405
b) Densimètre Bothe. . . . .	407
c) Densimètre Hoffmann. . . . .	409
d) Densimètre Ricq. . . . .	412
e) Densimètre Bianchi. . . . .	414
III. Généralités. . . . .	417
a) Comparaison des densités gravimétrique et réelle. . . . .	417
b) Action de l'humidité. . . . .	418
c) Influence des procédés de fabrication. . . . .	419
§ V. HUMIDITÉ ET HYGROMÉTRICITÉ. . . . .	420
I. Généralités. . . . .	420
a) Influence sur les propriétés physiques. . . . .	420
b) Influence sur les propriétés balistiques. . . . .	421
c) Action de divers éléments. . . . .	423
II. Épreuves. . . . .	424
a) Épreuve d'humidité. . . . .	424
b) Épreuve d'hygrométrie. . . . .	424
§ VI. CRASSEMENT. . . . .	426

## CHAPITRE II.

## PROPRIÉTÉS CHIMIQUES DE LA POUDRE. ANALYSE QUANTITATIVE.

§ I. DÉTERMINATION DE L'HUMIDITÉ. . . . .	427
I. Généralités. . . . .	427
II. Procédés de dosage. . . . .	428
a) Par un courant d'air sec et froid (Linck). . . . .	428
b) Par un courant d'air sec et chaud (Werther). . . . .	429
§ II. DÉTERMINATION ISOLÉE DES ÉLÉMENTS. . . . .	429
I. Dosage du salpêtre. . . . .	429
a) Procédé du lessivage. . . . .	429
b) Procédé de Marchand. . . . .	430
c) Dosage volumétrique de l'azote. . . . .	430
d) Dosage de l'acide azotique. . . . .	431
e) Procédé de Becker. . . . .	431
f) Procédé d'Uchatius. . . . .	431
g) Procédé suédois. . . . .	432
II. Dosage du soufre. . . . .	432
A. A l'état de soufre libre. . . . .	433
a) Procédé de Berzélius. . . . .	433
b) Procédé du sulfure de carbone. . . . .	434
B. A l'état de sulfate. . . . .	434
a) Procédé de Hermbstädt. . . . .	434

	Pages
b) Procédé de Gay-Lussac. . . . .	435
c) Procédé de Löwig. . . . .	435
d) Procédé de Millon. . . . .	435
e) Procédé de Bottée et Riffault. . . . .	436
f) Procédé de Rivot. . . . .	437
g) Procédé de Cloez et Guignet. . . . .	437
III. Dosage du charbon. . . . .	437
A. A l'état de carbone libre. . . . .	437
a) Procédé de Beaumé. . . . .	438
b) Par une lessive de potasse. . . . .	438
c) Par le sulfure de carbone. . . . .	438
d) Procédés de Bolley et d'Ure. . . . .	439
e) Procédé de Bromeis. . . . .	439
f) Procédé de Fresenius. . . . .	439
B. A l'état d'acide carbonique. . . . .	440
a) Procédé direct. . . . .	440
b) Analyse organique élémentaire. . . . .	440
§ III. DÉTERMINATION SIMULTANÉE DES ÉLÉMENTS. . . . .	441
Procédé de Linck. . . . .	441

## CHAPITRE III.

## PROPRIÉTÉS MÉCANIQUES DE LA POUDRE.

§ I. INFLAMMATION. . . . .	445
I. Conditions de l'inflammation. . . . .	445
a) Par le choc. . . . .	445
b) Par une élévation de température. . . . .	446
c) Par le contact de corps enflammés. . . . .	448
d) Par le contact de corps en ignition. . . . .	448
II. Vitesse d'inflammation. . . . .	449
a) A l'air libre. . . . .	449
b) Dans des tubes résistants. . . . .	450
III. Procédés d'inflammation. . . . .	450
§ II. COMBUSTION. . . . .	453
I. Circonstances de la combustion. . . . .	453
II. Vitesse de combustion. . . . .	453
A. Sous pression constante. . . . .	454
B. Sous pression variable. . . . .	456
a) Combustion dans le vide. . . . .	437
b) Combustion sous les pressions faibles. . . . .	458
c) Combustion sous les pressions élevées. . . . .	460
III. Produits de la combustion. . . . .	460
A. Combustion sous la pression atmosphérique. . . . .	461
a) Anciennes analyses. . . . .	461
b) Analyses de Gay-Lussac (1823) et de Chevreul (1825). . . . .	461
c) Analyses de Bunsen et Schischkoff (1857). . . . .	462
d) Analyses de Linck (1858). . . . .	466



	Pages
B. Combustion sous les pressions élevées. . . . .	467
<i>a</i> ) Analyses de Károlyi (1863). . . . .	467
<i>b</i> ) Analyses de Vignotti et de Craig (1861). . . . .	469
<i>c</i> ) Analyses de Federow (1868). . . . .	470
<i>d</i> ) Analyses de Poleck (1865). . . . .	472
<i>e</i> ) Analyses de Noble et Abel (1874). . . . .	473
IV. Chaleur de combustion. . . . .	477
<i>a</i> ) Détermination expérimentale. . . . .	477
<i>b</i> ) Détermination théorique. . . . .	480
V. Température de combustion. . . . .	482
VI. Théorie de la décomposition. . . . .	485
<i>a</i> ) Ancienne théorie. . . . .	485
<i>b</i> ) Théorie de Berthelot. . . . .	486
III. POTENTIEL. . . . .	490
§ IV. FORCE. . . . .	492
I. Généralités. . . . .	492
II. Détermination expérimentale. . . . .	494
III. Détermination théorique. . . . .	496
<i>a</i> ) Hypothèse de la gazéification totale. . . . .	496
<i>b</i> ) Hypothèse des résidus solides ou liquides. . . . .	497
§ V. PRESSION DES GAZ. . . . .	500
I. Généralités. . . . .	500
<i>a</i> ) Durée des réactions. . . . .	500
<i>b</i> ) Propagation successive de la transformation. . . . .	501
<i>c</i> ) Dissociation. . . . .	502
II. Loi des pressions en vase clos. . . . .	503
<i>a</i> ) Expériences de Rumford (1797). . . . .	503
<i>b</i> ) Expériences de Noble et Abel (1874). . . . .	506
§ VI. FORMULES PRATIQUES DES VITESSES ET DES PRESSIONS DANS LES ARMES. . . . .	508
I. Formule des vitesses initiales. . . . .	508
II. Formule de la pression maximum. . . . .	509
III. Caractéristiques de la poudre. . . . .	509
<i>a</i> ) Tableau des caractéristiques des poudres usuelles. . . . .	509
<i>b</i> ) Détermination expérimentale des caractéristiques. . . . .	510
<i>c</i> ) Calcul des caractéristiques d'une poudre d'après ses propriétés physiques. . . . .	511
IV. Maximum des vitesses. . . . .	513
V. Remarques sur l'emploi de la formule des vitesses. . . . .	514

## SECTION IV.

APPAREILS DE MESURE DES EFFETS BALISTIQUES  
DE LA POUDRE.

## CHAPITRE I.

## MESURE DES VITESSES, PORTÉES ET RÉACTIONS.

	Pages
§ I. ÉPROUVETTES. . . . .	516
I. Bouches à feu ordinaires. . . . .	516
<i>a</i> ) Mortier-épreuve. . . . .	516
<i>b</i> ) Fusil d'infanterie. . . . .	521
II. Éprouvettes à ressort. . . . .	521
<i>a</i> ) Éprouvette à main de Régnier. . . . .	521
<i>b</i> ) Éprouvette-pistolet de Saint-Rémy (1697). . . . .	522
III. Éprouvettes à poids. . . . .	523
<i>a</i> ) Éprouvette à crémaillères. . . . .	523
<i>b</i> ) Éprouvette de Colson. . . . .	524
<i>c</i> ) Éprouvette de Dupont. . . . .	526
<i>d</i> ) Éprouvette de Meier. . . . .	526
IV. Éprouvettes à réaction. . . . .	527
<i>a</i> ) Éprouvette de Hoër. . . . .	527
<i>b</i> ) Éprouvette à levier. . . . .	527
<i>c</i> ) Canon-pendule de Hutton et pendule-balistique. . . . .	528
<i>d</i> ) Fusil-pendule de d'Arcy et pendule-balistique. . . . .	528
<i>e</i> ) Éprouvette hydrostatique de Régnier. . . . .	530
<i>f</i> ) Éprouvette dynamométrique de Melsens. . . . .	532
§ II. APPAREILS ÉLECTRO-BALISTIQUES. . . . .	532
I. Appareils dans lesquels on mesure directement la durée du phénomène. . . . .	533
<i>a</i> ) Chronoscope électro-magnétique de Wheatstone. . . . .	533
<i>b</i> ) Chronographe électrique de Martin de Brettes. . . . .	533
II. Appareils dans lesquels on mesure la durée d'un phénomène auxiliaire. . . . .	534
<i>a</i> ) Galvanomètre de Pouillet. . . . .	534
<i>b</i> ) Pendule électro-balistique de Navez. . . . .	534
<i>c</i> ) Chronographe électro-balistique de Le Boulengé. . . . .	535
<i>d</i> ) Clepsydre électrique de Le Boulengé. . . . .	545
<i>e</i> ) Chronographe Bashforth. . . . .	549
<i>f</i> ) Chronographe Noble. . . . .	552
<i>g</i> ) Chronographe Schultz. . . . .	555

## CHAPITRE II.

## MESURE DES PRESSIONS.

§ I. MÉTHODE STATIQUE. . . . .	562
I. Appareil de Rumford (1792). . . . .	562
<i>a</i> ) Description de l'appareil. . . . .	562
<i>b</i> ) Expériences de Rumford. . . . .	563



	Pages
II. Poinçon Rodman (1857) . . . . .	563
a) Description de l'appareil . . . . .	564
b) Expériences de Rodman . . . . .	564
c) Conclusion . . . . .	565
III. Éprouvette d'Uchatius (1862) . . . . .	566
IV. Appareil Rodman modifié (1870) . . . . .	568
V. Appareil de Meudon . . . . .	568
VI. Manomètre crusher . . . . .	569
a) Description de l'appareil . . . . .	569
b) Expériences de Noble et Abel (1871-1874) . . . . .	571
VII. Appareils de Le Boulengé . . . . .	571
a) Dynamomètre à ressort . . . . .	571
b) Manomètre à air . . . . .	572
VIII. Balances manométriques de Marcel Deprez . . . . .	572
a) Manomètre à un seul piston . . . . .	573
b) Manomètre à pistons multiples . . . . .	574
§ II. MÉTHODE DYNAMIQUE . . . . .	576
I. Expériences de Cavalli (1845-1860) . . . . .	577
II. Expériences de Neumann (1854) . . . . .	577
III. Expériences de Noble (1872) . . . . .	578
IV. Expériences de Noble et Abel (1874) . . . . .	579
V. Expériences de Ricq (1873) . . . . .	581
VI. Expériences de Le Boulengé . . . . .	583
VII. Expériences de Marcel Deprez et Sébert (1873-1878) . . . . .	584
a) Accéléromètre . . . . .	585
b) Accélérographe . . . . .	587
c) Accéléromètre et accélérographe réunis . . . . .	590
d) Vélocimètre . . . . .	592

## DEUXIÈME PARTIE.

## LES CORPS EXPLOSIFS.

HISTORIQUE . . . . .	597
----------------------	-----

## SECTION I.

## POUDRES DÉRIVÉES DE LA POUDRE ORDINAIRE.

## CHAPITRE I.

## POUDRES OBTENUES PAR MODIFICATION DU DOSAGE.

§ I. POUDRE BENNET . . . . .	600
§ II. POUDRE NEUMEYER . . . . .	601
§ III. HALOXYLINE . . . . .	602

## CHAPITRE II.

## POUDRES OBTENUES PAR REMPLACEMENT DU SALPÊTRE.

	Pages
§ I. POUDRES NITRATÉES . . . . .	605
I. Généralités . . . . .	605
II. Poudres au nitrate de soude . . . . .	606
A. Substitution partielle du nitrate de soude au salpêtre . . . . .	606
a) Pyrolithe de Matteen et pudrolithe de Poch . . . . .	606
b) Poudres de Schwarz . . . . .	607
c) Poudres de Schäffer et Budenberg (1863) . . . . .	607
d) Poudre d'Eaton (1864) . . . . .	607
e) Poudres de Murtineddu . . . . .	608
B. Substitution complète du nitrate de soude au salpêtre . . . . .	608
a) Poudre de Davey . . . . .	608
b) Pyronone de De Tret . . . . .	608
c) Poudre d'Oxland . . . . .	609
d) Poudres de Freiberg, de Wetzlar et d'Aix-la-Chapelle . . . . .	609
III. Poudres au nitrate de baryte . . . . .	610
a) Poudre de Newton (saxifragine, lithofracteur) . . . . .	610
b) Poudre de Wynants . . . . .	610
§ II. POUDRES CHLORATÉES . . . . .	611
I. Généralités . . . . .	611
II. Poudres au chlorate et au perchlorate de potasse . . . . .	612
a) Poudres de Kellow et Short (1866) . . . . .	612
b) Poudre de Knaffl . . . . .	612
c) Poudre de Spence . . . . .	613
d) Poudres d'Ehrhardt (1865) . . . . .	613
e) Poudre de Sharp et Smith . . . . .	613
f) Papier-poudre de Melland . . . . .	613
g) Poudres de Nisser . . . . .	614
h) Poudres blanches d'Augendre et de Pohl (1849) . . . . .	614
i) Poudres de Hafenegger . . . . .	617
j) Poudre de Hahn . . . . .	617
k) Poudre gallique de Horsley . . . . .	618
l) Poudre de Callou . . . . .	618

## CHAPITRE III.

POUDRES OBTENUES PAR REMPLACEMENT OU SUPPRESSION DU SOUFRE  
ET PAR REMPLACEMENT DU CHARBON.

§ I. REMPLACEMENT OU SUPPRESSION DU SOUFRE . . . . .	619
§ II. REMPLACEMENT DU CHARBON . . . . .	619