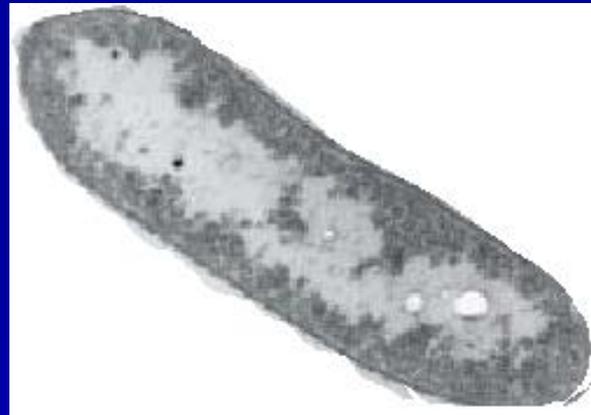


**Un organismo vivente si comporta come un sistema termodinamicamente aperto, ovvero, interagisce con l'ambiente scambiando materia ma anche “informazioni”**

**Stimoli  
ambientali  
(informazione)**



**L'accrescimento,  
il metabolismo, il  
movimento, la  
virulenza**

**Modulazione  
dell'espressione o  
dell'attività delle  
proteine**

# TRASDUZIONE DEL SEGNALE

**Si tratta del processo attraverso il quale un segnale extracellulare (chimico o fisico) determina una risposta intracellulare.**

**Questa risposta può essere:**

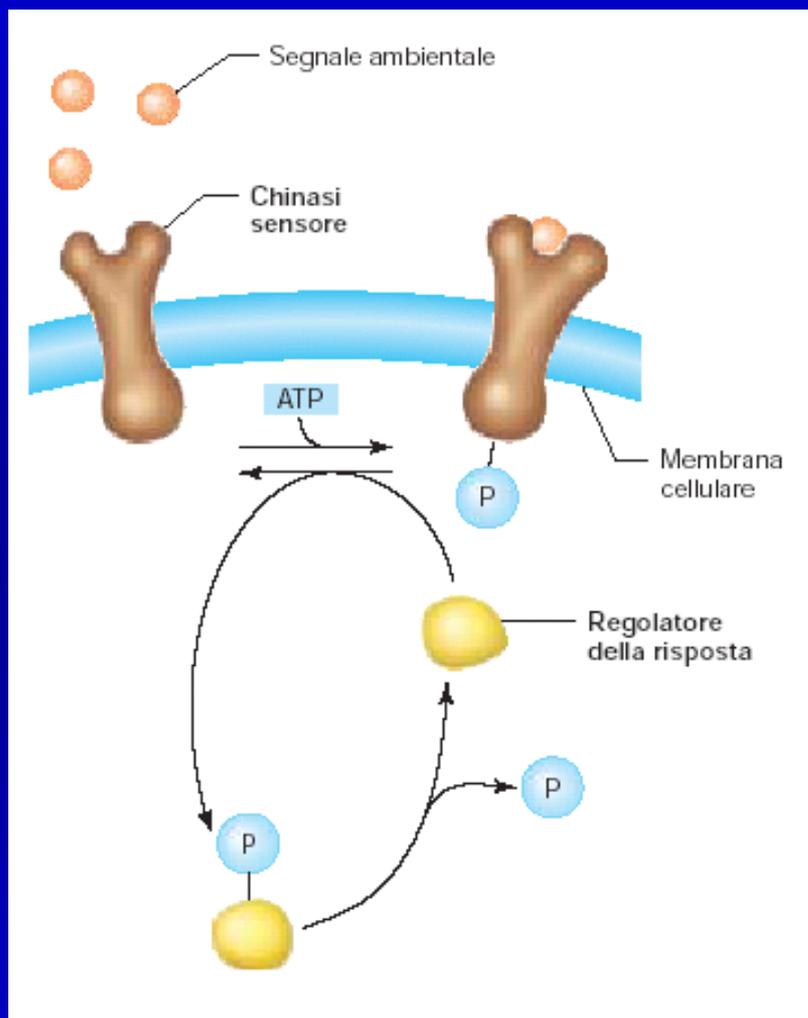
- ✓ Una variazione dell'espressione genica**
- ✓ Una modulazione dell'attività di uno o più enzimi**
- ✓ Una modulazione comportamentale del batterio (come la motilità)**

**Il meccanismo di trasduzione del segnale meglio conosciuto e studiato è quello detto del sistema a due componenti.**

**I primo componente è una proteina transmembrana con un dominio NH<sub>2</sub> terminale esposto all'esterno della cellula ed un dominio citoplasmatico.**

**Questa prima proteina è detta SENSORE**

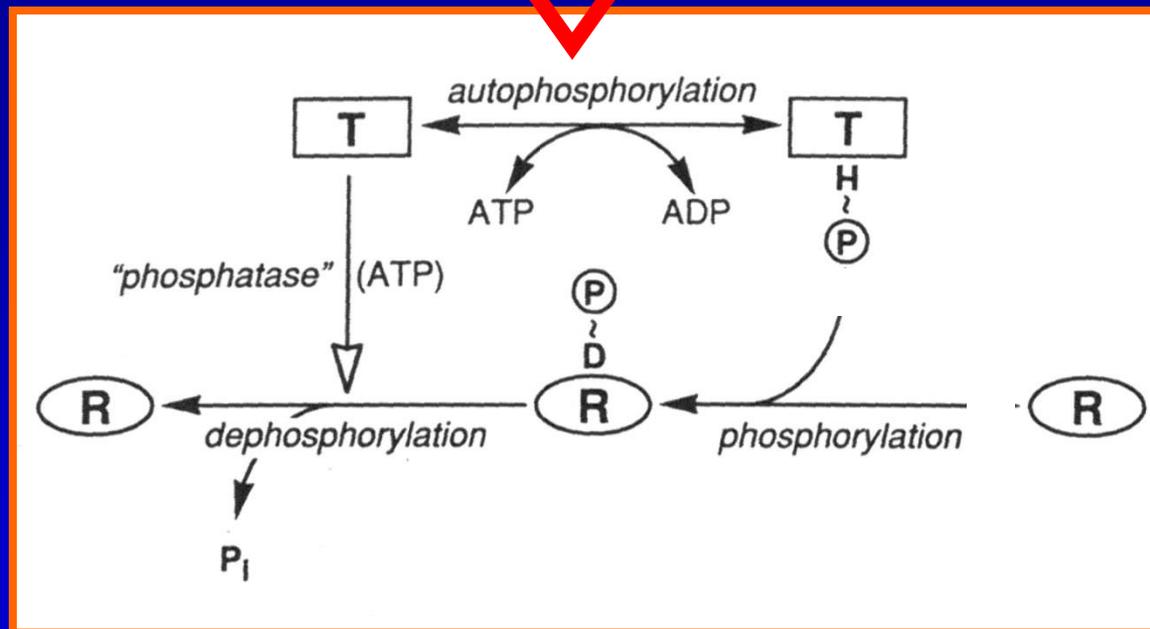
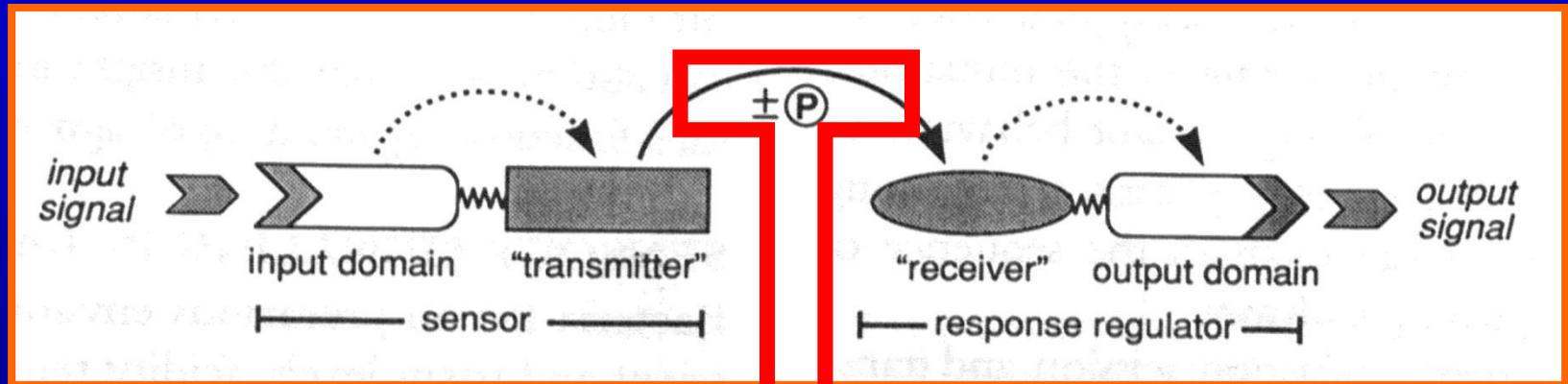
**Il secondo componente è una proteina citoplasmatica in grado di esercitare un ruolo regolativo. Questa proteina è detta REGOLATORE**



**Il segnale, di tipo chimico, viene trasdotto attraverso la membrana, dal sensore e trasformato in un segnale chimico: la fosforilazione**

**Il segnale, sottoforma di fosforilazione, viene trasferito al regolatore che, modificato strutturalmente esercita il suo ruolo**

# ORGANIZZAZIONE STRUTTURALE DEL SISTEMA A DUE COMPONENTI

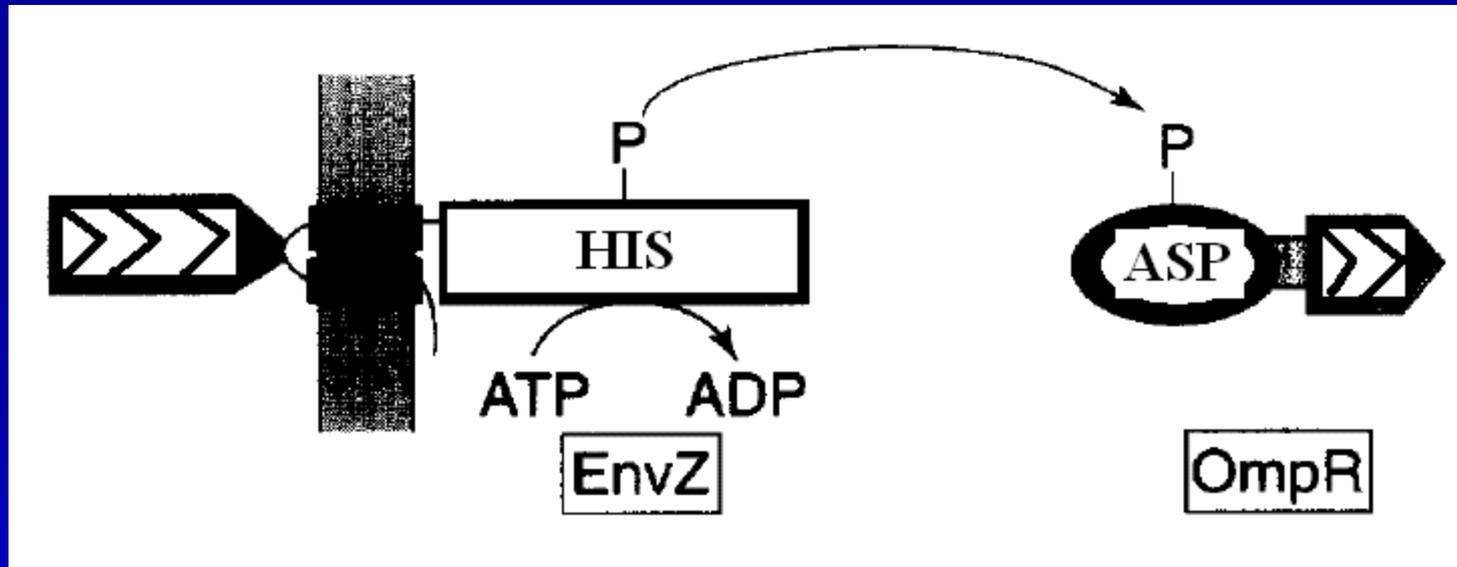


**Il dominio trasmettitore ha attività kinasica e fosfatasica. È infatti in grado, quando viene stimolato da un agente esterno specifico, di autofosforilarsi e trasferire il fosfato al ricevitore, oppure di defosforilarsi o defosforilare il ricevitore.**

**È interessante notare che in questi sistemi si ha sempre il passaggio del fosfato da una ISTIDINA nel dominio del trasmettitore ad un residuo di ASPARTATO posto in una tasca acidica del dominio ricevitore.**

**Questo passaggio è termodinamicamente favorito dal fatto che l'energia libera contenuta nell'istidina-fosfato è maggiore di quella contenuta nell'aspartato-fosfato**

Un esempio classico di sistema a due componenti è quello denominato EnvZ/OmpR. Questo sistema esercita il controllo sull'espressione di due differenti porine in risposta alle condizioni osmotiche.



**Le porine sono proteine che formano dei canali che permettono il passaggio di piccole molecole idrofiliche attraverso il rivestimento cellulare.**

***E. coli* ne possiede due tipi che si distinguono per le dimensioni del poro e, quindi, per la selettività nella permeabilità.**

**Le porine di tipo OmpC hanno un canale di 1.08 nm mentre quelle di tipo OmpF ne presentano uno di 1.16 nm**

**In condizioni di diverse osmolarità, anche se la quantità totale di porine resta invariata, cambia la loro composizione qualitativa**

**In condizioni di alta osmolarità prevale la forma OmpC (maggiore effetto setaccio), mentre in condizioni di bassa osmolarità prevale la forma OmpF (minore effetto setaccio).**

**La proteina EnvZ è dotata di attività chinasi e di attività fosfatasi a carico di OmpR.**

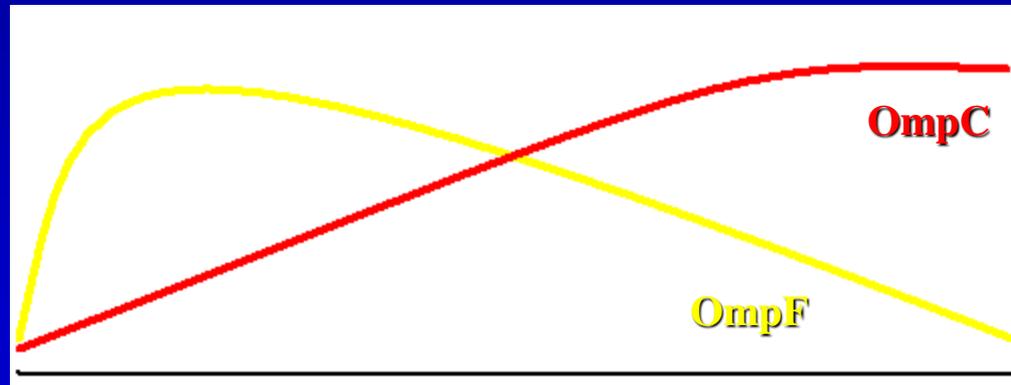
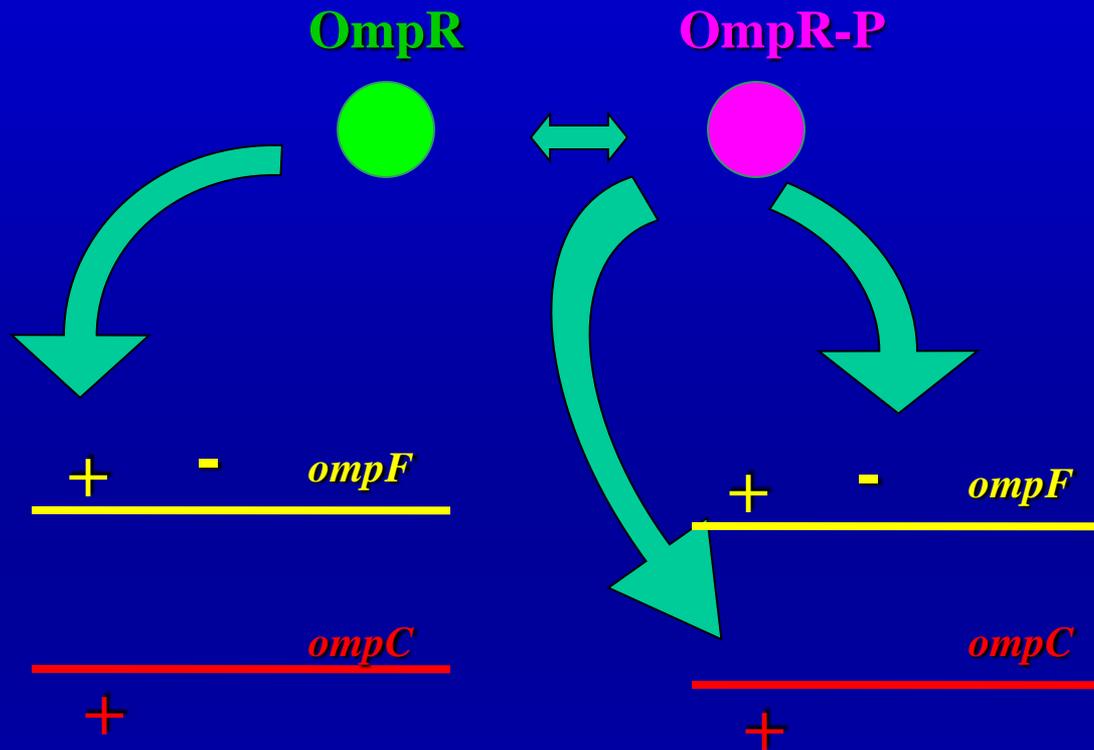
**Queste due attività prevalgono l'una sull'altra in risposta alle condizioni di osmolarità dell'ambiente:**

**In condizioni di elevata osmolarità (elevata presenza di sali) prevale l'attività chinasi e si ha un aumento di OmpR-fosforilato**

**In condizioni di bassa osmolarità (bassa presenza di sali) prevale l'attività fosfatasi che riduce OmpR-fosforilato a favore di OmpR**

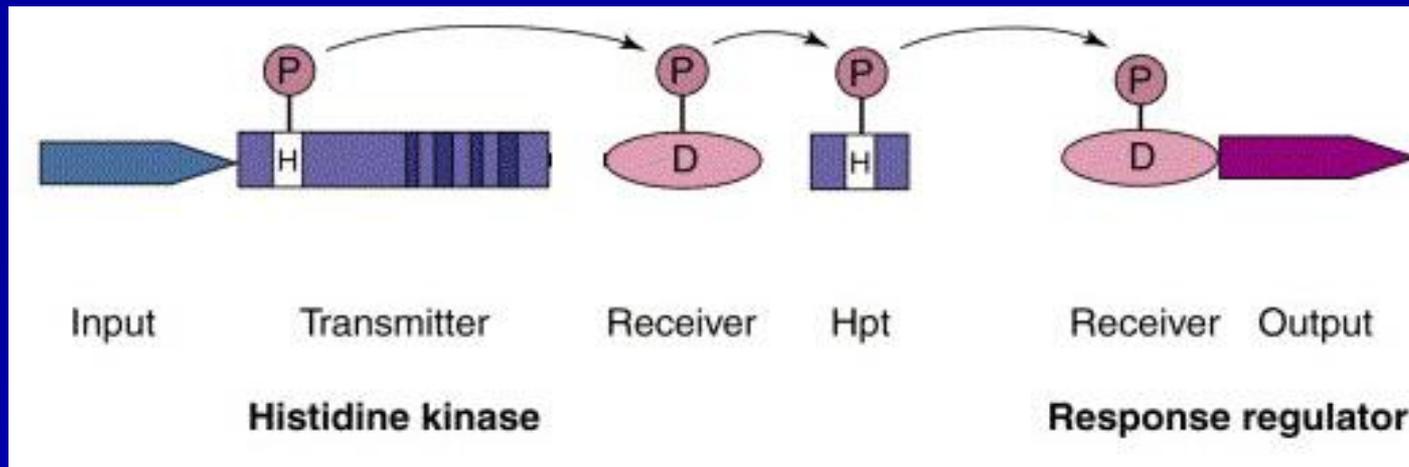
Bassa  
osmolarità

Alta  
osmolarità



# Sistemi a due componenti NON-ORTODOSSI

In questa categoria ricadono numerosi sistemi di trasduzione del segnale che utilizzano il medesimo meccanismo del sistema a due componenti ma che sono caratterizzati da componenti aggiuntivi in particolare una proteina con dominio Hpt.



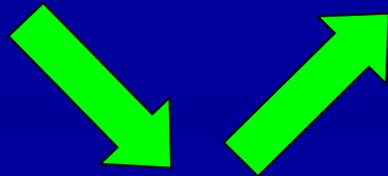
Il dominio Hpt presenta un residuo di Istidina fosforilabile a partire da un residuo di Aspartato rendendo possibile un aumento degli “salti” del gruppo fosfato

**SEGNALE**



**Istidina**  
trasmettitore

**Istidina**  
Hpt domain



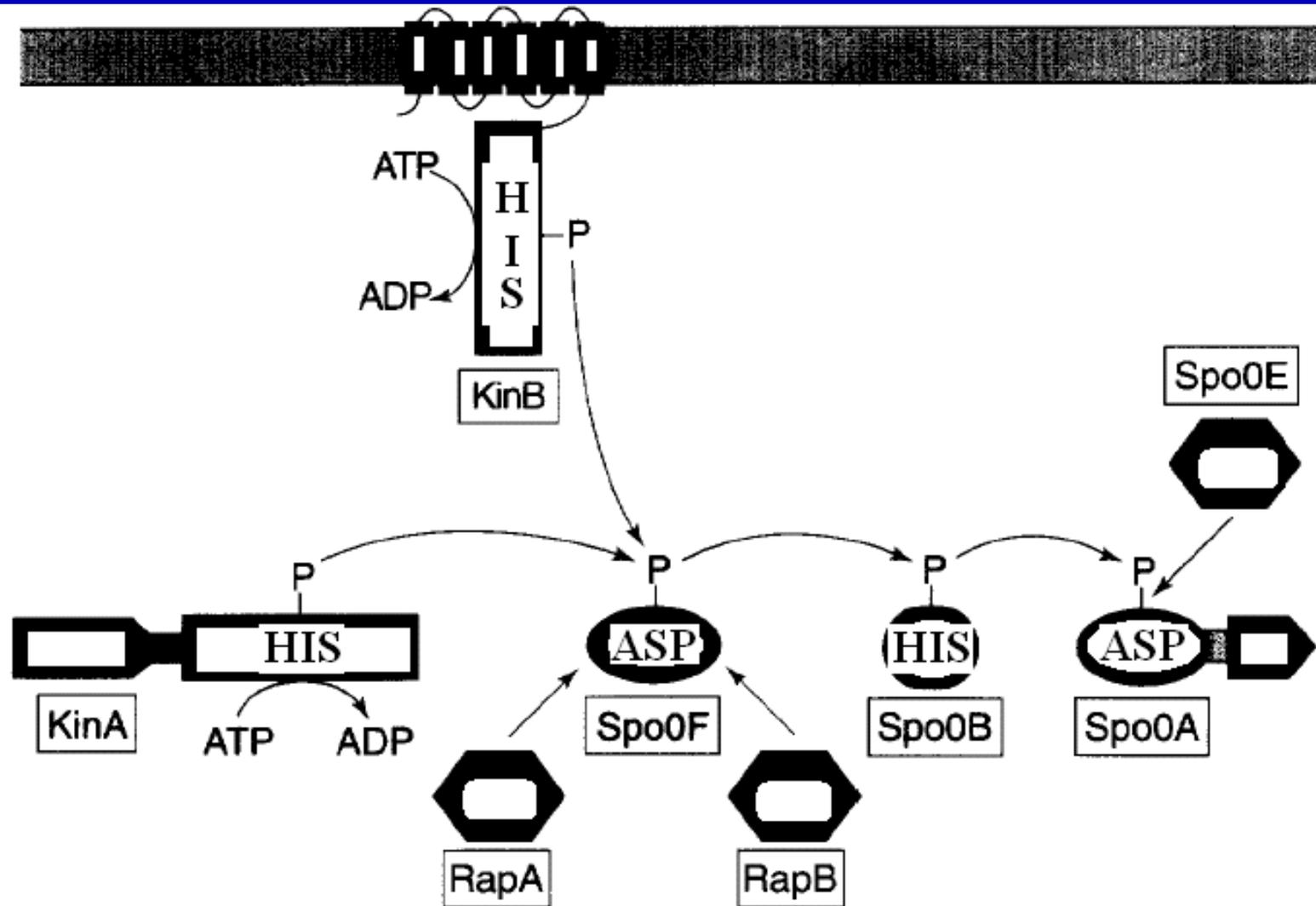
**Aspartato**  
pseudoricevitore

**Aspartato**  
ricevitore

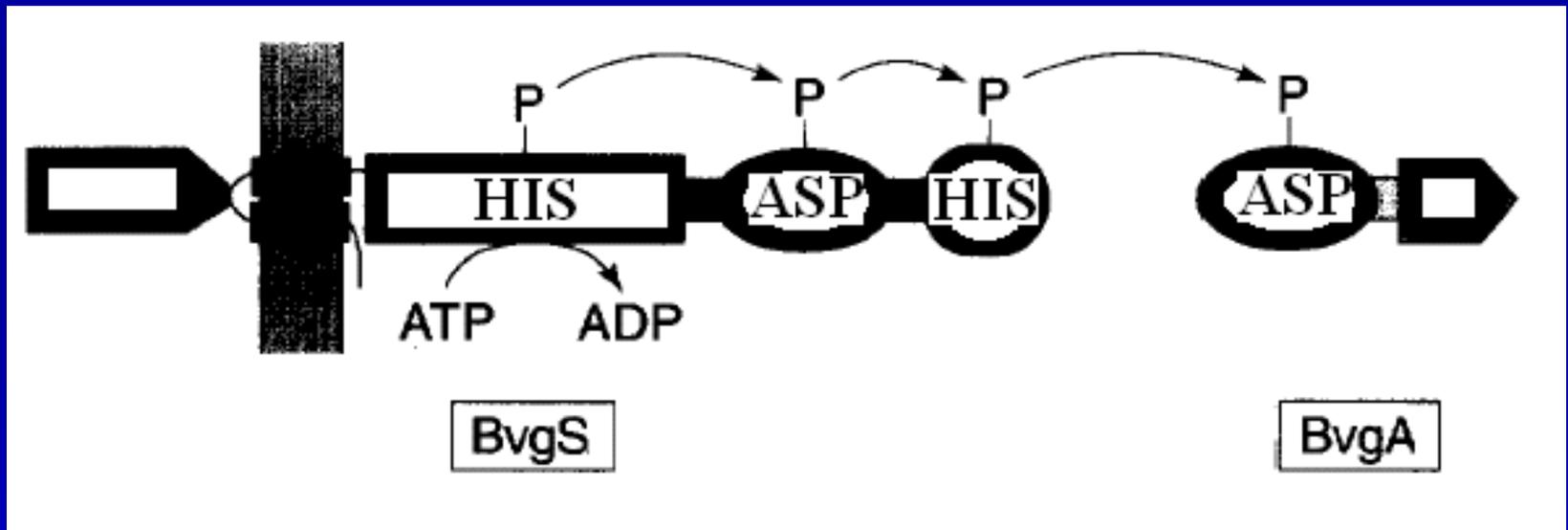


**FUNZIONE**

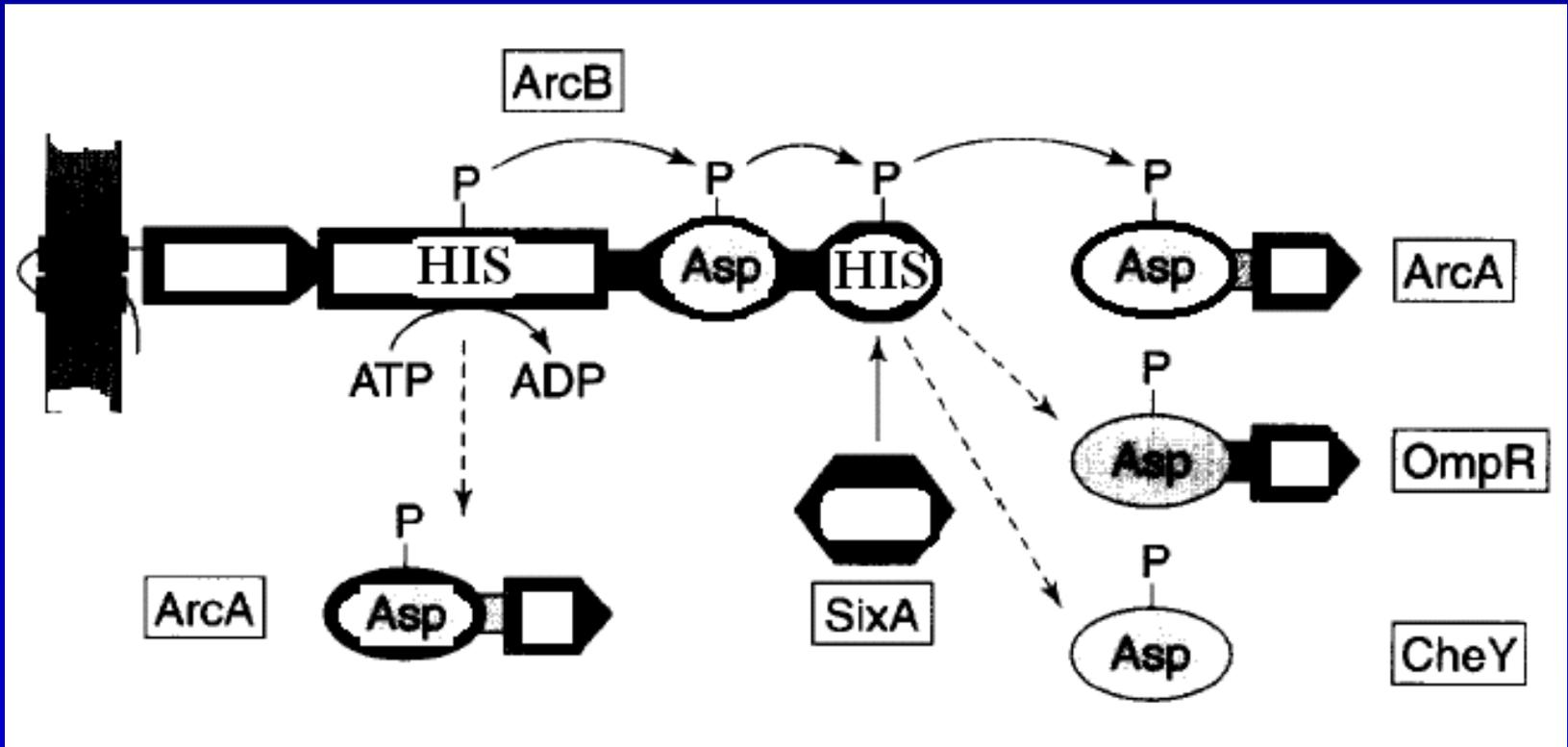
# SPORULAZIONE IN *Bacillus subtilis*



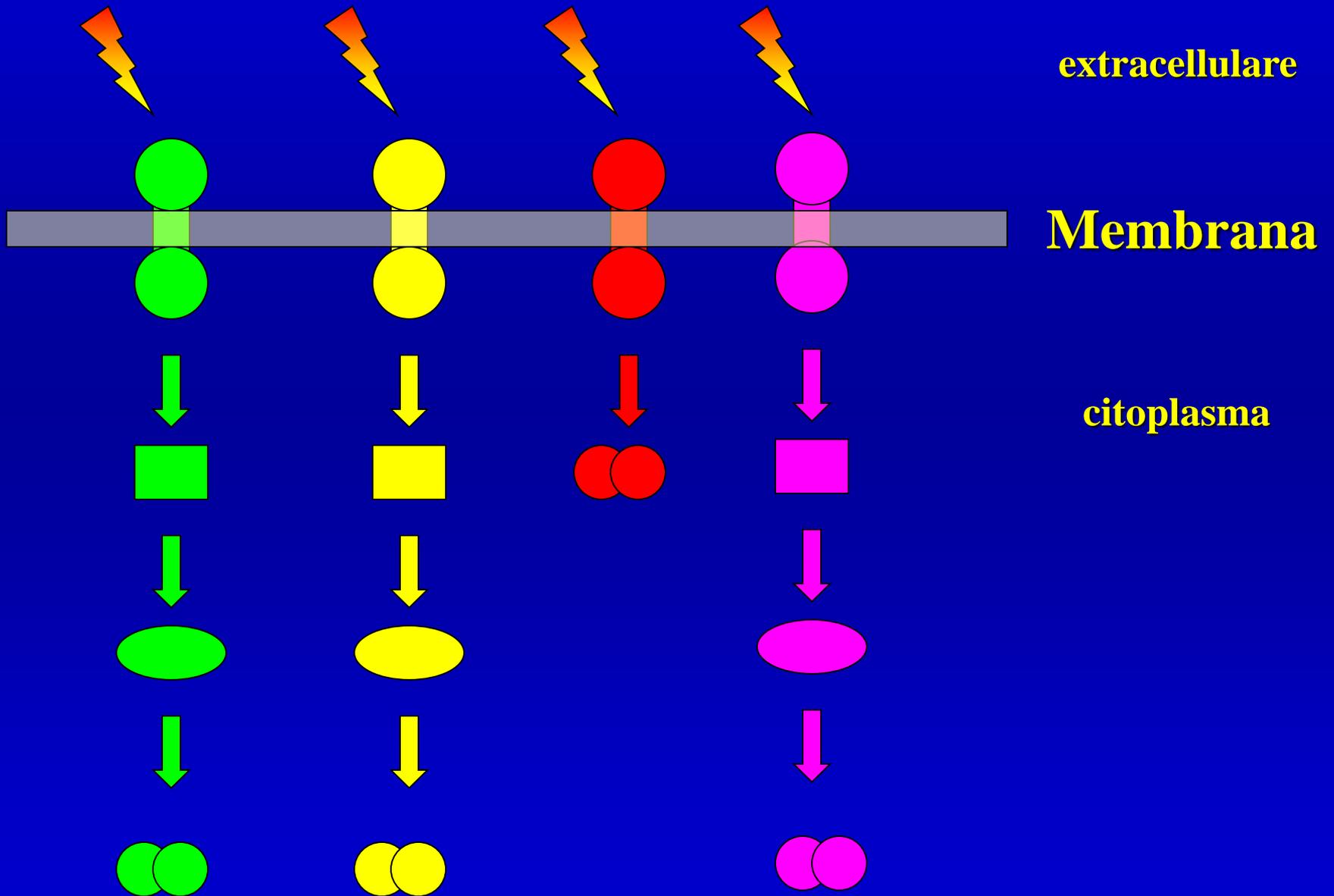
# TRASDUZIONE DEL SEGNALE PER IL CONTROLLO DELL'ESPRESSIONE DEI GENI DI VIRULENZA DI *Bordetella pertussis*



# Sistema di trasduzione del controllo della respirazione aerobica (ArcB/ArcA)



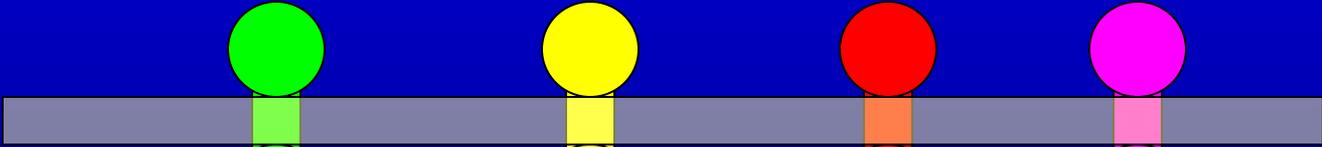
# Stimoli



**Stimolo**

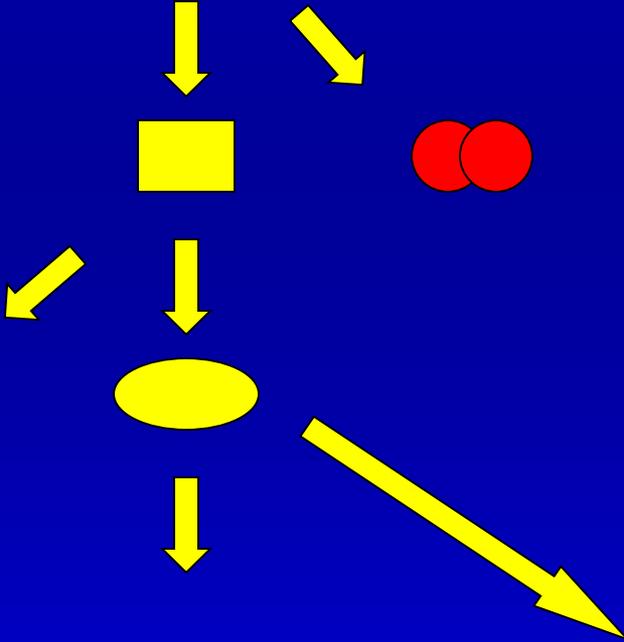
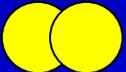
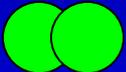
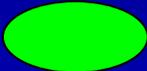
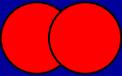
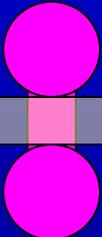
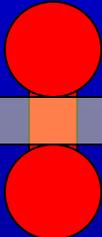
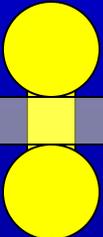
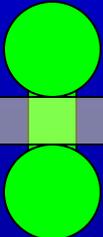


**extracellulare**

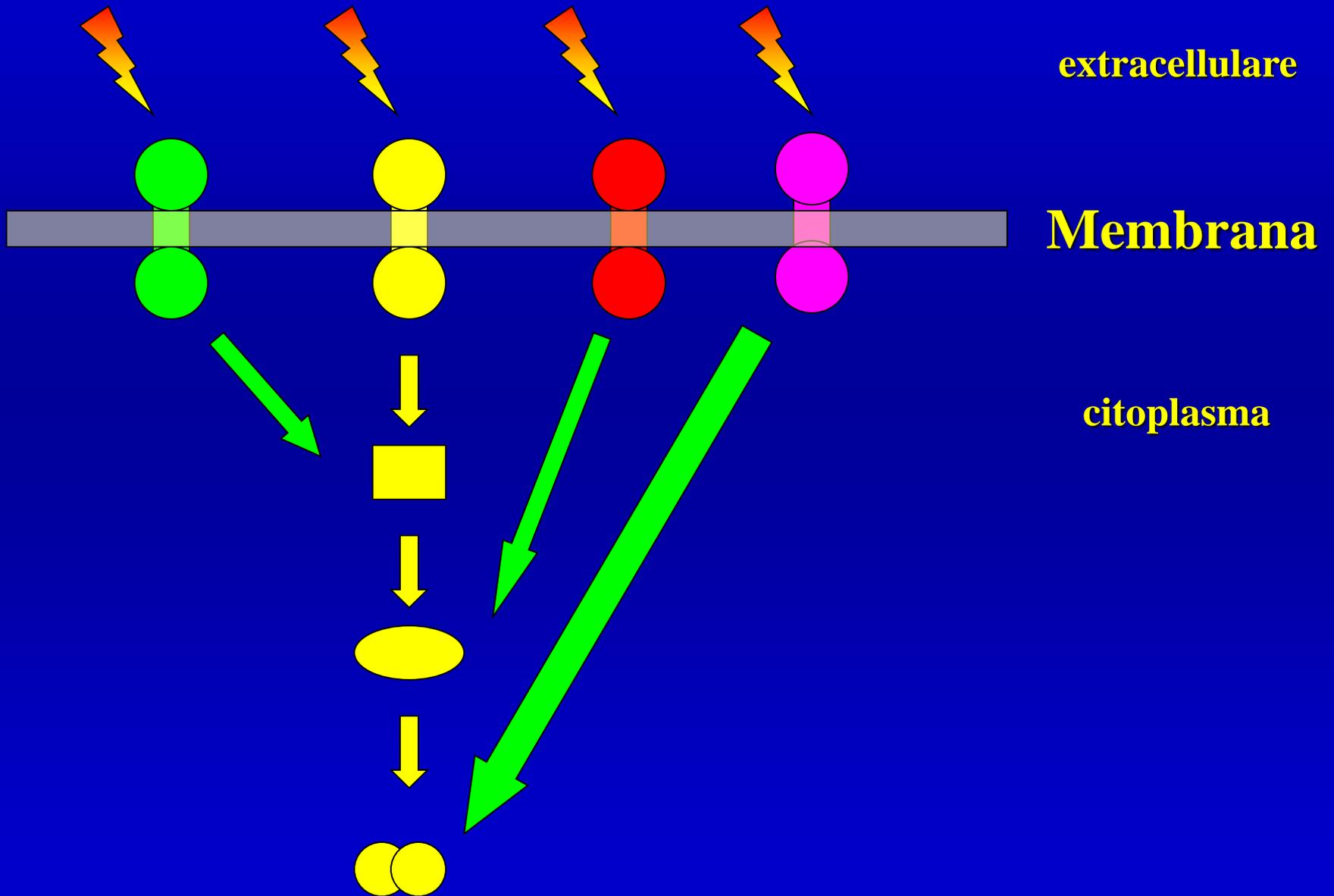


**Membrana**

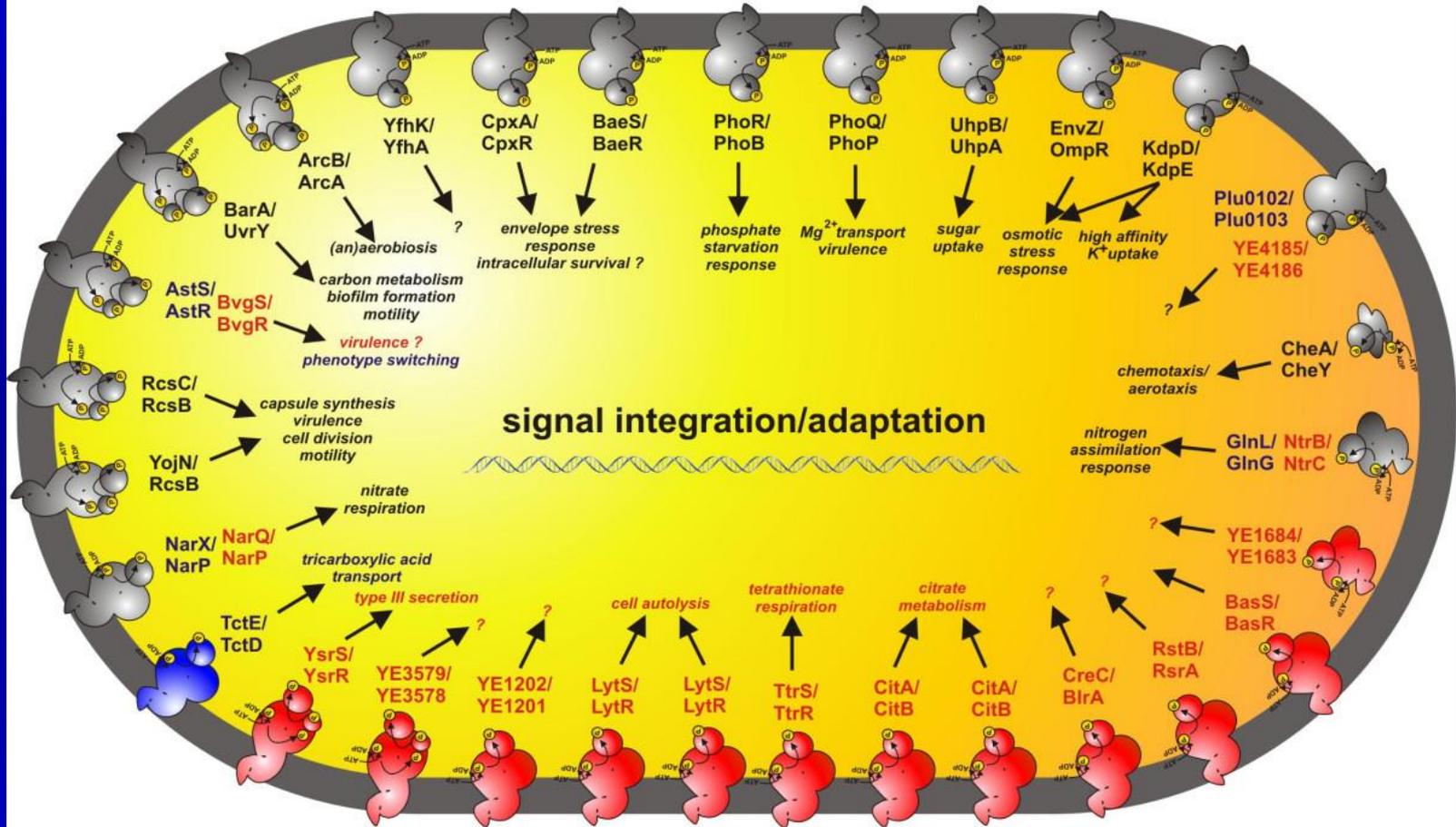
**citoplasma**



# Stimoli



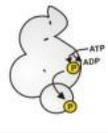
environmental stimuli



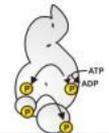
Y. enterocolitica and P. luminescens systems

Y. enterocolitica system

P. luminescens system



“His-Asp” two-component system



“His-Asp-His-Asp” phosphorelay system